



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE EDUCAÇÃO**  
**Programa de Pós-Graduação em Educação**

**CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA:**  
**Um modelo preditivo considerando a percepção de alunos do ensino**  
**médio acerca das práticas docentes, a motivação para aprender e o**  
**conhecimento em relação à matemática**

**MATEUS PINHEIRO DE FARIAS**

Brasília – DF, março de 2015



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE EDUCAÇÃO**  
**Programa de Pós-Graduação em Educação**

**CRIATIVIDADE EM MATEMÁTICA:**  
**Um modelo preditivo considerando a percepção de alunos do ensino**  
**médio acerca das práticas docentes, a motivação para aprender e o**  
**conhecimento em relação à matemática**

**MATEUS PINHEIRO DE FARIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação da Universidade de Brasília, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação, desenvolvida sob a orientação do Prof. Dr. Cleyton Hércules Gontijo.

Brasília – DF, março de 2015

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE EDUCAÇÃO**  
**Programa de Pós-Graduação em Educação**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APROVADA PELA SEGUINTE BANCA  
EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Cleyton Hércules Gontijo – Orientador  
Faculdade de Educação – UnB

---

Prof. Dr. Cristiano Alberto Muniz – Membro  
Faculdade de Educação – UnB

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Denise de Souza Fleith – Membro  
Instituto de Psicologia – UnB

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Regina da Silva Pina Neves – Suplente  
Departamento de Matemática – UnB

Brasília – DF, 16 de março de 2015

Dedico à minha esposa, Aline Camargos, que por meio das infinitas equações do amor tem me ajudado a descobrir o caminho da excelência, e aos meus filhos Benjamim e Kaway que me ensinam a cada dia ser uma pessoa mais criativa.

Amo vocês!

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por me revestir de força e tornar perfeito o meu caminho.

Aos meus familiares e amigos pelo apoio incondicional e que por meio deles, Deus me coloca no meu devido lugar para que não pense em ser nada além do que realmente sou.

Ao Professor Doutor Cleyton Hércules Gontijo, pela orientação competente, fraterna e amiga, sempre auxiliando de uma forma bastante criativa nas incontáveis dúvidas que surgiram durante a realização deste trabalho.

À Professora Doutora Denise de Sousa Fleith, ao Professor Doutor Cristiano Alberto Muniz e à Professora Doutora Regina da Silva Pina Neves pela aceitação do convite para participação da banca examinadora e pelas importantes e significativas contribuições que enriqueceram o trabalho acadêmico e minha formação pessoal, acadêmica e profissional.

À Professora Doutora Eunice Soriano de Alencar, por ter me mostrado possibilidades para um caminho criativo na educação.

À professora Doutora Kátia Augusta Curado P. Cordeiro da Silva, à Professora Doutora Claudia Márcia Lyra Pato, ao Professor Doutor Fábio Iglesias, à Professora Doutora Elaine Rabelo, ao Professor Doutor Antônio Villar Marques de Sá e à Professora Doutora Wivian Weller, pelos ensinamentos neste percurso acadêmico na Universidade de Brasília.

Aos meus colegas do curso de mestrado, pelos enriquecimentos e contribuições neste trabalho.

Ao professor de matemática, aos alunos e aos colaboradores da escola, pela disponibilidade e envolvimento na coleta dos dados de pesquisa.

À Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal, pela oportunidade de afastamento renumerado durante todo o curso do mestrado, que me possibilitou dedicação em tempo integral no desenvolvimento da pesquisa.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização vitoriosa deste trabalho. Meus sinceros agradecimentos.

## RESUMO

Esta dissertação foi desenvolvida com o objetivo de apresentar um modelo empírico para prever a criatividade em matemática, explicando a ocorrência desse fenômeno considerando a percepção de alunos de ensino médio acerca das práticas docentes, o nível de motivação para a aprendizagem e o rendimento em relação à matemática. A amostra desta pesquisa foi constituída por 87 alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública do Distrito Federal no ano de 2014. Para essa investigação foram traçadas as seguintes questões orientadoras: (1) Existe relação entre motivação para aprender e rendimento escolar de alunos do ensino médio em relação à matemática? (2) Existe relação entre percepção de alunos do ensino médio sobre as práticas docentes para a criatividade e motivação para aprender matemática? (3) Existe relação entre percepção de alunos do ensino médio sobre as práticas docentes para a criatividade e rendimento escolar em relação à matemática? (4) O nível de motivação para a aprendizagem, o rendimento escolar e a percepção de alunos do ensino médio acerca das práticas docentes são preditores da criatividade no campo da matemática? A fim de responder essas perguntas foram aplicados uma escala de motivação para a aprendizagem, uma escala que avalia as percepções sobre as práticas docentes para o desenvolvimento da criatividade, um teste de criatividade em matemática e as notas de matemática dos alunos nos dois primeiros bimestres do ano letivo em que a pesquisa foi desenvolvida. Para a análise dos dados foram empregadas a correlação de Pearson e a técnica estatística de regressão múltipla padrão. Os resultados indicaram que há correlação positiva entre motivação intrínseca para aprender e rendimento escolar. Também foi encontrada correlação positiva entre todos os fatores da escala de percepção das práticas docentes para a criatividade e motivação intrínseca para aprender. A regressão linear múltipla permitiu identificar as variáveis motivação intrínseca e rendimento escolar como preditores significativos da criatividade em matemática. Verificou-se, ainda, que a variável avaliação e metodologia de ensino é um preditor significativo da criatividade em matemática, mas com contribuição negativa para o modelo. O modelo final é altamente significativo e explica uma proporção média de variabilidade da criatividade em matemática.

Palavras-chave: Criatividade em Matemática. Motivação para Aprender. Rendimento em Matemática. Práticas Docentes.

## **ABSTRACT**

This master's thesis aims to present an empirical model to predict creativity in mathematics, explaining the occurrence of this phenomenon considering the perception of students of a public high school about teachers' practices, the motivation level for learning and the scholastic performance of math. Eighty-seven senior students of a public high school in Distrito Federal constituted the sample of this research in 2014. The following orientating questions were asked for this investigation: (1) Is there a relationship between motivation for learning and high school students' scholastic mathematics performance? (2) Is there a relationship between high school students' perception about teachers' practices for creativity and motivation for learning mathematics? (3) Is there a relationship between high school students' perception about teachers' practices for creativity and scholastic performance of mathematics? (4) Are motivation level for learning, scholastic performance and high-school students' perception about teachers' practices predictors of creativity on mathematics field? In order to answer these questions a motivation scale for learning, a scale for perception evaluation of teachers' practices for creativity development were administered along with a mathematics creativity test. Furthermore, students' math grades of the two first two-month periods of school year were analyzed. The Pearson's correlation and statistical technique of standard multiple regression were used for data analyzes. The results indicated that there is a positive correlation between intrinsic motivation for learning and scholastic performance. A positive correlation between all the factors of the perception scale of teachers' practices for creativity and intrinsic motivation for learning was noted. The multiple linear regression provided the identification of intrinsic motivation variables and scholastic performance as significant predictors of creativity in math. It was showed that the evaluation and teaching methodology variable is a significant predictor of creativity in math, but with a negative contribution for the model. The final model is highly significant and explains an average proportion of creativity variability in mathematics.

**Keywords:** Creativity in Mathematics. Motivation for Learning. Performance in Mathematics. Teachers' Practices.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Atividade de matemática na quadra de esportes .....	39
--	----

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Correlação entre Motivação e Rendimento Escolar em Matemática .....	48
Tabela 2 – Correlação entre Percepção das Práticas Docentes para a Criatividade e Motivação para Aprender .....	49
Tabela 3 – Correlação entre Percepção das Práticas Docentes para a Criatividade e Rendimento Escolar em Matemática .....	49
Tabela 4 – Resumo da Análise de Regressão Múltipla para a Variável Dependente Criatividade em Matemática .....	51



## LISTA DE SIGLAS

APA:	Associação de Psicologia Americana
Capes:	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
EMA-U:	Escala de Motivação para Aprender de Universitários
Enem:	Exame Nacional do Ensino Médio
EUA:	Estados Unidos da América
ERIC:	Education Resource Information Center
MST:	Múltiplas Soluções de uma Tarefa
PCN:	Parâmetros Curriculares Nacionais
Pisa:	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
Saeb:	Sistema de Avaliação da Educação Básica
Sbem:	Sociedade Brasileira de Educação Matemática
SciELO:	Scientific Electronic Library Online
SPSS:	Statistical Package for the Social Science
VIF:	Variance Inflation Factor

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	11
1.1 Objetivo Geral .....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	20
2.1 Criatividade em Matemática: desafios quanto à definição .....	20
2.2 Criatividade em Matemática no Contexto Escolar .....	24
2.3 Estudos sobre Criatividade em Matemática em Diversos Países .....	30
2.4 Estímulo e Desenvolvimento da Criatividade em Educação Matemática .....	34
3 METODOLOGIA .....	42
3.1 Participantes .....	42
3.2 Instrumentos .....	43
3.3 Procedimentos .....	46
3.4 Análise de Dados .....	46
4 RESULTADOS .....	48
5 DISCUSSÃO .....	53
5.1 Correlações entre as Variáveis Predictoras .....	53
5.2 Apresentação do Modelo de Criatividade em Matemática .....	56
6 CONCLUSÕES .....	62
REFERÊNCIAS .....	66
APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os Alunos .....	75

## 1 INTRODUÇÃO

A matemática permeia todas as áreas do conhecimento, constituindo-se em um importante campo do saber para o homem moderno. Assume, portanto, uma condição fundamental na formação intelectual, social, cultural, preparação para a cidadania, desenvolvimento de uma postura crítica e estética dos indivíduos, estimulando o pensamento e a criatividade. Além disso, o seu desenvolvimento serve como um indicador e promotor da evolução científica e tecnológica de uma sociedade (D'AMBRÓSIO, 1986, 2009; MEDEIROS, 2005; SKOVSMOSE, 2009).

Ao apropriar-se dos conceitos e procedimentos matemáticos básicos como contar, comparar, medir, calcular, resolver problemas, argumentar logicamente, conhecer formas geométricas, bem como, organizar, analisar e interpretar criticamente as informações, o indivíduo se insere nas relações sociais, culturais, políticas e no mundo do trabalho, contribuindo para a sua formação como ser humano. Os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1999), indicam que a matemática coopera para o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas e para gerar hábitos de investigação, além disso, proporciona confiança no enfrentamento de situações novas e auxilia na formação de uma visão ampla e científica da realidade, ajudando, entre outras capacidades pessoais, no desenvolvimento da criatividade e na percepção da beleza e da harmonia, especialmente, nas formas, figuras e sólidos geométricos e nas equações simples e precisas.

Considera-se, neste trabalho, que a apropriação e a construção do saber matemático escolar caracterizam-se por uma atividade da educação matemática, que envolve, por parte do professor, o domínio do conteúdo específico e de processos pedagógicos (FIORENTINI; LORENZATO, 2007). Segundo Flemming (2005), a educação matemática tem sido alvo de constantes pesquisas que buscam inovar e desenvolver uma prática docente criativa e adequada às necessidades atuais da sociedade.

A educação matemática surgiu no século XIX com os questionamentos sobre o ensino da matemática no que diz respeito a como tornar mais acessível esses conhecimentos para os alunos. No Brasil começou a partir de 1950, num movimento de reação ao ensino da matemática que defendia a compreensão dessa área pelas crianças, desde muito cedo, como ciência pura e exata, primando o rigor e a exatidão. Entretanto, consolidou-se apenas no final da década de 1980, tendo como um dos seus marcos a criação, em 1988, da Sociedade Brasileira de Educação Matemática – SBEM, que surgiu com a finalidade de buscar meios para desenvolver a formação matemática de todo cidadão

de nosso país, por meio do estímulo às atividades de pesquisa e de estudos acadêmicos, contribuindo com reflexões que favoreciam o repensar do papel do professor frente a uma criança produtora de conhecimento (FLEMMING, 2005; MUNIZ, 2001).

No ensino da matemática há uma diferenciação do matemático e do educador matemático. De acordo com Fiorentini e Lorenzato (2007), o matemático concebe a matemática com um fim em si mesma, promovendo uma educação para a matemática, por meio de processos hipotético-dedutivos. Por outro lado, o educador matemático idealiza a matemática como um meio ou instrumento para a formação intelectual e social dos estudantes, colocando-a a serviço da educação. O educador matemático utiliza-se de métodos interpretativos e analíticos das ciências sociais e humanas, desenvolvendo conhecimentos e práticas pedagógicas que contribuam para uma formação integral, humana e crítica do aluno e professor.

Para Fleming (2005), a educação matemática pode ser caracterizada como uma área de pesquisa ampla que busca soluções e alternativas, a partir de referenciais teóricos, para o processo de ensino e aprendizagem da matemática. Possui bases sólidas, na educação e na matemática, contextualizadas em ambientes interdisciplinares. A educação matemática, também, envolve um domínio específico do conteúdo matemático e o domínio de ideias e processos pedagógicos referentes ao ensino e a aprendizagem do conhecimento matemático em um contexto sociocultural específico (FIORENTINI; LORENZATO, 2007). Além disso, é considerada como um processo social com lugar em diferentes culturas e sociedades (MAGINA, 2011).

De acordo com Pais (2011), a educação matemática é uma grande área da pesquisa educacional, numa dimensão teórica e prática, nos diversos níveis de escolaridade, com objetivos de compreender, interpretar e descrever fenômenos relacionados ao ensino e a aprendizagem da matemática. A didática da matemática, por sua vez, é uma dimensão da educação matemática cujo objeto de estudo é a elaboração de conceitos e teorias do saber escolar matemático, mantendo o vínculo conceitual no nível experimental ou teórico da pesquisa acadêmica compatível com a temática educacional. Essas teorias e conceitos didáticos germinados são um dos princípios dessa dimensão e favorecem a compreensão das conexões entre teoria e prática (PAIS, 2011), das quais destacam-se, conforme Almouloud (2010), Freitas (2002) e Pais (2011) por exemplo: a Teoria dos Campos Conceituais, de Gérard Vergnaud; a Teoria das Situações Didáticas, de Guy Brousseau; os estudos em Engenharia Didática, de Michele Artigue; a dialética ferramenta-objeto, de Regine Douady, entre outros.

As teorias citadas desenvolveram-se na França a partir de 1970, embora já existisse a didática da matemática em outras localidades, com a preocupação de estudar problemas de ensino e conceitos matemáticos, problematizando os diversos aspectos que intervêm na relação entre o professor, o aluno e o saber, não se limitando ao espaço da sala de aula para estudar o processo de ensino e aprendizagem. Enfatizam, ainda, a necessidade de se considerar a organização de todo o sistema educativo, como programas, currículo, material pedagógico, livros didáticos, horários, dentre outros (ALMOULOU, 2010).

De acordo com Pais (2011), aspectos e questões intrínsecas ao processo de ensino e aprendizagem do conhecimento matemático têm provocado, nas últimas décadas, um grande impulso nas reflexões referentes à educação matemática no Brasil e no mundo. Fiorentini e Lorenzato (2007), por exemplo, destacam sete temáticas que tem envolvido as pesquisas nesse campo em escala mundial, a saber: (a) processo de ensino e aprendizagem; (b) mudanças curriculares; (c) utilização de tecnologias de informação e comunicação – TIC no ensino e na aprendizagem; (d) prática docente, crenças, concepções e saberes práticos; (e) conhecimentos e formação/desenvolvimento profissional do professor; (f) práticas de avaliação; (g) contexto sociocultural e político do ensino-aprendizagem da matemática.

Além disso, verificam-se alternativas interessantes, por parte de muitos professores, na busca por inovações na sala de aula que sinalizam como tendências para o trabalho no contexto da educação matemática (FLEMMING, 2005; GROENWALD; SILVA; MORA, 2004; ZORZAN, 2007). Podemos destacar algumas dessas tendências como: educação matemática crítica; etnomatemática; modelagem matemática; literatura, escrita e compreensão de textos em matemática; resolução de problemas; história da matemática; uso de recurso lúdico; matemática emocional; informática. Embora esses temas estejam em evidência nas investigações e pesquisas na educação matemática, em relação aos estudos que se refiram à criatividade, neste campo, ainda são embrionárias (GONTIJO, 2007).

Segundo Mann (2005, 2006), um ensino da matemática sem criatividade nega aos alunos a oportunidade de apreciar a beleza dessa área do conhecimento e de desenvolver plenamente seus talentos. Apesar dos aspectos destacados sobre a importância da matemática na formação de homens livres, criadores, originais e com iniciativa, temos formados, de acordo com Dante (1988), indivíduos conformistas, dependentes e inativos. D'Ambrósio (1989), enfatiza que na aula de matemática o aluno não é convidado a ser criativo, nem motivado ou desafiado a solucionar um problema que o faça vivenciar situações de investigação, exploração e descobrimento. Corroborando isso, Gontijo (2007) e Livne e Milgran (1999) afirmam que a

escola não está preparada para estimular a criatividade, em especial, a aula de matemática, alvo deste estudo.

Essa perspectiva negativa da aula de matemática é ressaltada por Muniz (2001) ao afirmar que a prática pedagógica dos professores se caracteriza, fundamentalmente, por uma forma tecnicista, que privilegia a memorização, a repetição, a algoritmização, em que o aluno apresenta-se como um elemento passivo, conformado, apático e desinteressado no processo de ensino e aprendizagem, cuja principal função é a reprodução do conhecimento nem sempre significativo para ele. Nesse sentido, a sala de aula de matemática não é um ambiente de promoção da criatividade, pois não há respeito pela participação e iniciativa do aluno (DANTE, 1988; MEDEIROS, 2005).

A consequência disso é uma limitação nas possibilidades de formação dos alunos. Parte dessa limitação é evidenciada por meio do Sistema de Avaliação da Educação Básica – Saeb e do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes – Pisa. Os resultados do Saeb de 2011 apontaram que os alunos do 9º ano do ensino fundamental e do 3º ano do ensino médio obtiveram, em média, respectivamente, 243,17 e 264,58 pontos na prova de matemática. Esses valores indicam que os alunos do ensino fundamental situam-se no nível 5 e os do ensino médio no nível 1, de uma escala que varia de 1 a 12 níveis, sendo o nível 12 o de maior proficiência (INEP, 2011). De forma semelhante, os resultados dos estudantes brasileiros no Pisa de 2012 são insatisfatórios no que diz respeito ao desempenho em matemática, ficando na 58ª colocação em um ranking de 65 países (INEP, 2013). Os resultados apresentados são relevantes no sentido de mapear a situação da aprendizagem dos educandos em relação à matemática, apesar das diversas críticas a esses sistemas de avaliação de larga escala.

Essas evidências de má qualidade na formação do professor são denunciadas pela sociedade que cobra do Estado uma postura diferente em relação ao problema, entretanto, muitas vezes, trata o professor como o principal responsável por essa situação caótica. Além disso, exige do professor qualidades e atitudes pessoais como interesse, paixão, paciência, vontade, convicções, criatividade para a realização do trabalho, mas não inclui nas suas análises a formação inicial e continuada e as condições de carreira e trabalho, que é responsabilidade do Estado e das direções das Instituições de Ensino (GATTI, 2009). Hypolito (1997) enfatiza que a escola tem se caracterizado por baixa qualidade do ensino cujos resultados apontam para elevados índices de evasão e repetência, ensino desvinculado da realidade, produção de analfabetos funcionais, professores com lacunas na formação inicial e continuada revelando o total descaso das políticas educacionais.

Uma possibilidade para melhorar essa condição da escola seria desenvolver a criatividade e a capacidade de invenção dos seus estudantes por meio de um projeto educativo (DANTE, 1988). Entretanto, os documentos que regulamentam e estruturam o currículo das escolas que é definido como “a expressão de princípios e metas do projeto educativo, que precisam ser flexíveis para promover discussões e reelaborações quando realizado em sala de aula” (BRASIL, 1998, p. 49), não evidenciam orientações acerca de como estimular e/ou desenvolver essas características na matemática.

Neste trabalho, a criatividade é considerada um instrumento essencial para a superação de barreiras, tensões e conflitos, fazendo-se presente em todas as esferas da sociedade, em especial na escola (ALENCAR; FLEITH, 2003a). Embora, não haja concordância sobre o conceito de criatividade, que indica diversos níveis de extensão e profundidade (ALENCAR, 2001, ALENCAR; FLEITH, 2003a, UANO, 2002), vale ressaltar que a criatividade é um fenômeno complexo e multifacetado, pressupondo que um indivíduo em determinadas condições, durante um processo, elabora algo novo e valioso (MARTÍNEZ, 2003).

Entre as teorias recentes que estudam esse fenômeno, destacam-se as contribuições dos modelos sistêmicos na medida em que concebem a criatividade a partir da influência de fatores sociais, culturais e históricos no desenvolvimento da expressão criativa, não se restringindo apenas aos traços de personalidade e habilidades cognitivas dos indivíduos (FLEITH, 2002). Segundo Alencar e Fleith (2003a), esses modelos relacionam-se e possuem elementos em comum como o conhecimento que o indivíduo possui, a sua motivação e as condições do ambiente em que está inserido.

Os conhecimentos são as informações armazenadas na memória a partir das experiências de uma educação formal e informal do indivíduo em diversos contextos. Estes conhecimentos atuam sobre os processos de tratamento da informação, podendo, reduzir a flexibilidade do pensamento, devido ao grande acúmulo de conhecimento ou favorecer a criatividade. Assim, é necessário adquirir certa base de conhecimentos antes da produção criativa em qualquer área, pois, permite compreender situações, considerar os eventos, posicionar-se frente às situações observadas e focalizar aspectos diferentes de um problema (LUBART, 2007).

Entretanto, o conhecimento e a técnica não são suficientes para que um produto criativo ou uma resposta original a um problema seja gerado. De acordo com Alencar e Fleith (2003b), é necessário desenvolver habilidades associadas à criatividade como fluência, flexibilidade e originalidade de pensamento, além de sensibilidade a problemas e imaginação.

Para que isso ocorra no ambiente escolar, o professor se torna um elemento central, pois, por sua influência e poder pode facilitar ou inibir as possibilidades de desenvolvimento do aluno. Um professor que tem por objetivo do trabalho pedagógico o desenvolvimento do potencial criativo dos alunos, faz com que sua prática pedagógica, alcance a realidade e a necessidade dos estudantes, relaciona teoria e prática e não se limita à transmissão de conteúdos (ORRÚ, 2007), assim, proporciona condições favoráveis para o desenvolvimento da criatividade (CASTANHO, 2000).

Além disso, o professor pode despertar o interesse do aluno para um assunto ou área do conhecimento, conscientizando-o de seus talentos e potencialidades e ajudando-o na formação de um autoconceito positivo. Renzulli (1992, 2005) destaca algumas características do professor que favorecem o desenvolvimento da criatividade dos alunos como domínio do conhecimento que leciona, entusiasmo pela atividade docente e diversidade de metodologias. Entretanto, um professor pouco qualificado pode levar o aluno a detestar uma determinada disciplina, minando a confiança em suas capacidades e formando uma imagem negativa de si mesmo (ALENCAR, 2001).

Para Alencar (2001), Fleith e Alencar (2010) e Lubart (2007), os fatores motivacionais do aluno têm sido considerados fundamentais na produção criativa no ambiente escolar. Destacam-se os aspectos favorecedores da criatividade como a motivação intrínseca, que é o motor ou os desejos internos advindos da realização da atividade e a motivação extrínseca, representando um tipo de recompensa do ambiente após o cumprimento da atividade (LUBART, 2007). Fleith e Alencar (2010) ressaltam, ainda, que a influência da motivação extrínseca sobre a criatividade depende da atividade desenvolvida. Shernoff, Csikszentmihalyi, Schneider e Shernoff (2003) afirmam que, se há um equilíbrio entre a dificuldade da atividade e as habilidades do indivíduo, haverá um estado intenso de concentração, envolvimento e interesse promovendo, com isso, a criatividade.

Dessa forma, ocorre uma interação entre os fatores individuais e as características do ambiente que interferem no processo criativo. Csikszentmihalyi (1996) assegura que não é suficiente estudar apenas os indivíduos que produzem algo novo, mas deve-se considerar a importância das mudanças no ambiente na tentativa de fazer com que as pessoas pensem de forma mais criativa. Amabile (1996) e Lubart (2007) reafirmam a importância do ambiente como um dos principais fatores que podem influenciar a criatividade. Esses fatores são identificados de alguma forma na sala de aula.

Ressalta-se, conforme destaca Moraes (1988), que a sala de aula é um ambiente de aprendizagem eleito pelas civilizações para a transmissão de conhecimentos, lugar do jogo do



saber no qual o mais importante não é a disciplina, mas a criatividade do aluno. Do mesmo modo, a sala de aula é reconhecida como espaço físico, determinado pelas instituições educativas, com algumas características mais ou menos universais (SANFELICE, 1988) e dinamizadas pelas múltiplas relações entre professor, aluno e saber (ALMOULOU, 2010; PAIS, 2011) que segundo Gontijo (2007), resulta no desenvolvimento da criatividade em vários campos do conhecimento, entre eles, o campo da matemática.

Muitas vezes o termo ambiente escolar é confundido com o espaço físico onde ocorrem práticas educativas. Recomenda-se uma visão mais geral do conceito, abarcando o conjunto formado entre os sujeitos, objetos e recursos que interagem no processo de aprender. Neste sentido, o caráter socialmente construído de um ambiente de aprendizagem explica as diferentes percepções que estudantes e professores podem ter de um ambiente com a mesma organização (MOREIRA, 2007). É importante ressaltar que percepção, segundo Gleitman (1986), consiste no processo de organizar e interpretar dados sensoriais recebidos para o desenvolvimento da consciência de um indivíduo sobre si mesmo e sobre o ambiente em que se encontra inserido.

Nesse ambiente escolar, Dante (1988) enfatiza que o talento, criatividade e expressão promovem uma mudança na educação matemática e deveriam ser mais bem trabalhadas na escola. Essas características favorecem o desenvolvimento do indivíduo ao valorizar a imaginação, a iniciativa, a exploração de situações, a resolução de problemas e o pensar com autonomia.

Algumas pesquisas desenvolvidas desde a década de 1970, sobre criatividade em matemática, têm privilegiado a elaboração de itens para diagnosticar e avaliar esse fenômeno e a relacioná-lo com outras variáveis, em distintos contextos (DUNN, 1975; HAYLOCK, 1985; LIVNE, LIVNE; MILGRAN, 1999; SINGH, 1987). Além disso, pesquisadores investigaram, por exemplo, os efeitos de programas para o desenvolvimento da criatividade em matemática, aplicação dos conceitos de fluência, flexibilidade e originalidade na resolução, elaboração e redefinição de problemas matemáticos, percepção de professores, papel da criatividade em matemática na educação de alunos superdotados, ludicidade, efeitos na melhoria da aprendizagem, como ressaltam Chang (2013), English (1997), Githua (2013), Haylock (1985; 1986; 1987; 1997), Lee, Hwang e Seo (2003), Leikin (2011) e Silver e Cai (1996).

No Brasil, encontramos poucas pesquisas que abordam a temática da criatividade em matemática, especialmente, na base de teses, dissertações e periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes e da *Scientific Electronic Library Online* – Scielo. Os trabalhos desenvolvidos por Dante (1988), Gontijo (2007), Otaviano (2009), Pereira (2008) e Vasconcelos (2002) enfocaram a avaliação da criatividade em matemática por

meio de testes; resolução, elaboração e redefinição de problemas aplicando os conceitos de fluência, flexibilidade e originalidade; motivação e a sua relação com a criatividade em matemática; criatividade na resolução de problemas; práticas que favorecem ou inibem a criatividade em matemática. Por isso, um dos grandes desafios da escola nos dias de hoje diante das múltiplas exigências relativas, sobretudo às mudanças requeridas no ensino da matemática, é incluir como um dos objetivos do trabalho pedagógico, desde o início da educação básica até os níveis mais elevados da educação superior, o desenvolvimento de atitudes e habilidades criativas (GONTIJO, 2007; LIVNE, LIVNE; MILGRAN, 1999; MANN, 2005).

Com essa inclusão, possibilitar-se-ia o aprimoramento do indivíduo, cultivo de novos conhecimentos e novas habilidades agregando valores de aprendizagem e desenvolvimento dos alunos (GONTIJO, 2007; SRIRIMAN, 2008).

Com o intuito de contribuir com as reflexões a respeito do tema e diante das múltiplas faces de um ambiente de sala de aula que podem favorecer a expressão criativa, elaborou-se as seguintes questões de pesquisa:

1. Existe relação entre motivação para aprender e rendimento escolar de alunos do ensino médio em relação à matemática?
2. Existe relação entre percepção de alunos do ensino médio sobre as práticas docentes para a criatividade e motivação para aprender matemática?
3. Existe relação entre percepção de alunos do ensino médio sobre as práticas docentes para a criatividade e rendimento escolar em relação à matemática?
4. O nível de motivação para a aprendizagem, o rendimento escolar e a percepção de alunos do ensino médio acerca das práticas docente são preditores da criatividade no campo da matemática?

## **1.1 Objetivo Geral**

Destacou-se como objetivo deste trabalho desenvolver um modelo empírico para prever a criatividade em matemática, explicando a ocorrência desse fenômeno considerando a percepção de estudantes de ensino médio de uma escola pública acerca das práticas docentes, a motivação para aprender e o rendimento em relação à matemática.

### **Objetivos Específicos:**

- Investigar a relação entre motivação para aprender e rendimento escolar de alunos do ensino médio em relação à matemática.

- Investigar a relação entre percepção de alunos do ensino médio sobre as práticas docentes para a criatividade e motivação para aprender matemática.
- Investigar a relação entre percepção de alunos do ensino médio sobre as práticas docentes para a criatividade e rendimento escolar em relação à matemática.
- Examinar se o nível de motivação para a aprendizagem, o rendimento escolar e a percepção de alunos do ensino médio acerca das práticas docente são preditores da criatividade no campo da matemática.

Este trabalho está organizado em seis capítulos e um apêndice. O segundo capítulo apresenta um panorama sobre a criatividade no campo da matemática, alguns desafios quanto à definição, pesquisas sobre essa temática e, ainda, criatividade no contexto escolar e como desenvolvê-la. O terceiro capítulo enfoca a metodologia utilizada, identificando os participantes, os procedimentos, os instrumentos e a forma de análise dos dados coletados. Os resultados das questões de pesquisa são apresentados no quarto capítulo. Proporcionou-se no capítulo cinco uma discussão dos resultados da pesquisa e, por fim, no capítulo seis as conclusões e implicações do estudo. Almeja-se que este trabalho provoque reflexões para consolidar a criatividade como uma tendência de investigação no campo da educação matemática.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção tem por objetivo revisar teorias e pesquisas acerca das relações entre criatividade e matemática. A primeira parte apresenta os desafios enfrentados pelos pesquisadores para definir a expressão criativa no campo da matemática. Buscamos compreender, na segunda parte, o desenvolvimento da criatividade em matemática no contexto escolar a partir da Teoria das Situações Didáticas, de Guy Brousseau. A terceira parte apresenta estudos relativos à criatividade em matemática em alguns países. Finalmente, serão apresentadas algumas estratégias para estimular e desenvolver a criatividade no campo da educação matemática.

### 2.1 Criatividade em Matemática: desafios quanto à definição

A criatividade é um fenômeno complexo e multifacetado e requisitado em todas as esferas da sociedade globalizada. É também considerado um instrumento essencial para o desenvolvimento das ciências e tecnologias, assumindo um lugar de destaque nas produções acadêmicas. Contribui ainda para a ampliação do campo da matemática (SRIRAMAN, 2004, 2005) e para o desenvolvimento do talento matemático (MANN, 2006).

Desde o início do século XX, o conceito de criatividade passou das ideias de inspiração divina, dádiva concedida a poucas pessoas, capacidade advinda da loucura (dada a sua aparente espontaneidade e irracionalidade) para uma abordagem, dentre outras, que surge da tensão entre a realidade consciente e impulsos inconscientes (LUBART, 2007; SRIRAMAN, 2005). Alguns pesquisadores como, Sriraman (2004, 2009), Gontijo (2007) e Leikin (2009) atribuem às observações de Henry Poincaré como o início das pesquisas de criatividade no campo da matemática. Estas observações chamaram a atenção para possíveis relações entre o consciente e o inconsciente, entre o lógico e o fortuito, relações estas que estão na base da resolução de um problema (HADAMARD, 1963/2009).

A exposição dos trabalhos de Poincaré o tornou muito famoso e elevou a sua obra em virtude da sua descoberta na teoria dos grupos *fuchsianos* e das funções *fuchsianas*. Este matemático francês estudou o assunto com intuito de provar que essas funções não existiam. Durante uma noite de insônia, após ter tomado muito café, as ideias surgiram meio que desordenadas sentindo-as como um choque elétrico, entretanto duas ideias se sobressaíram e formaram uma combinação estável (HADAMARD, 1963/2009; LUBART, 2007). Poincaré relatou esta experiência ocasionada durante essa noite:

Parece que, nesses casos, a pessoa assiste a seu próprio trabalho inconsciente, que se tornou parcialmente perceptível à consciência estimulada e que, nem por isso, mudou de natureza. Percebe-se, então, vagamente o que distingue os dois mecanismos ou, se preferirem, os métodos de trabalho dos dois eus (HADAMARD, 1963/2009, p. 29).

Os dois *insights* mostraram a Poincaré que existiam outros grupos *fuchsianos* e outras funções *fuchsianas* e agora tinha que estudar os casos mais gerais. De acordo com Poincaré (1911/1995), a lógica, como instrumento de demonstração, não era suficiente para o desenvolvimento de qualquer ciência, e que a intuição, considerada por Poincaré um elemento importante no processo de criação, se coloca como instrumento da invenção e antídoto da lógica. Poincaré destacou vários tipos de intuição, como apelo aos sentidos e à imaginação, seguida da generalização por indução calcada nos procedimentos das ciências experimentais.

Poincaré escreveu seus resultados a partir de sua ideia inicial explorando propriedades aritméticas das funções *fuchsianas* e refletindo sobre possíveis implicações. Além disso, revisou seu texto na busca do surgimento, pela primeira vez, do processo criativo em matemática a partir de um trabalho consciente na resolução de um problema. Apresentou, ainda, um questionário com o objetivo de conhecer como os matemáticos da época percebiam o processo de criação em matemática e quais fatores contribuíam neste processo (HADAMARD, 1963/2009; LUBART, 2007).

Baseando-se nos trabalhos de Poincaré, Hadamard (1963/2009) realizou entrevistas informais com alguns matemáticos e cientistas renomados na América como, George Birkhoff, George Polya e Albert Einstein. Desenvolveu seus estudos sobre as imagens mentais que esses pesquisadores utilizavam nas suas descobertas em matemática. A partir dos resultados teorizou o processo criativo no campo da matemática seguindo o modelo de quatro fases, proposto por Wallas em 1926: preparação, incubação, iluminação e verificação.

Na fase da *preparação* o problema é investigado em todas as direções, necessitando de uma análise inicial consciente que demanda educação, capacidade de análise e conhecimentos do problema. A segunda fase é a de *incubação*, na qual o indivíduo não está envolvido conscientemente com o problema, não há um trabalho consciente sobre o problema, onde o inconsciente joga fora as associações que não são úteis e procura as ideias mais interessantes para a solução da questão em investigação. A fase seguinte é da *iluminação*, na qual a ideia, a solução de um problema se torna consciente como em um momento de *click* ou *flash*, de forma instantânea e de difícil controle. A fase da *verificação*, consiste na avaliação, redefinição e desenvolvimento da ideia proposta para o problema podendo, em alguns casos, reformular, abandonar as proposições e até mesmo recomençar o processo (HADAMARD, 1963/2009). O

modelo de quatro estágios é uma importante caracterização do processo criativo, mas não define a criatividade em matemática por si só (MANN, 2006).

Até a metade do século XX, a área de criatividade era pouca pesquisada e pouco relevante para a área da Psicologia e Educação. Em seu discurso de posse na presidência da Associação de Psicologia Americana – APA, o psicólogo J. P. Guilford em 1950 enfatizou essa negligência no estudo da criatividade. Dos 121.000 títulos indexados no *Psychological Abstracts* desde o início até 1950, apenas 186 abordavam a criatividade. Guilford chamou atenção, ainda, para essa complexa dimensão do comportamento humano como uma habilidade universal que precisava ser reconhecida e desenvolvida, sem temores (ALENCAR; FLEITH, 2003a; VIRGOLIM, 2007).

Este discurso incentivou as produções acadêmicas em função do contexto. A fala de Guilford foi um marco, mas não o fator determinante, fazendo da atividade criativa um objeto de estudo de várias áreas do conhecimento, possibilitando a elaboração de diferentes definições e o desenvolvimento de diversos modelos teóricos sobre criatividade (MARTÍNES, 2003). Além disso, fatores sociais e políticos como a guerra fria e o lançamento do satélite Sputnik, pelos russos, provocaram algumas mudanças nos programas educacionais, em especial, dos Estados Unidos da América – EUA, que incluiu cursos de resolução criativa de problemas em grupos de estudantes de engenharia, direito, medicina, educação, negócios, física, psicologia, em organizações industriais, nas forças armadas e em agências governamentais (PARNES, 1963).

Na literatura contemporânea há um reconhecimento de inúmeras definições para expressar a criatividade, conforme afirma Mann (2005). Esse autor relata que identificou mais de 100 definições para criatividade. No campo da matemática Haylock (1987) e Leikin (2009) constataram esta pluralidade e a falta de uma definição unânime e precisa sobre o construto, o que dificulta os esforços para sua investigação. Nos últimos 40 anos, os estudos sobre criatividade no campo da matemática não receberam a mesma atenção que os estudos sobre as dificuldades dos alunos na aprendizagem da matemática, conforme destaca Sheffield (2013).

Segundo Sriraman (2005), criatividade em matemática é a capacidade de propor algoritmos incomuns, bem como a capacidade de encontrar várias respostas diferentes para um problema. Da mesma forma, Fertteli (2010) defende que a criatividade matemática pode ser vista como a capacidade de invenção de algoritmos, estratégias e abordagens alternativas a um problema padrão. De acordo com Makiewicz (2004, apud GONTIJO, 2007, p. 36), a criatividade em matemática refere-se “à atividade de construção, modernização e complementação do sistema de conhecimento por meio da percepção de regularidades,

sensibilidades a problemas, formulação de hipóteses e elaboração de justificativas para preposições”.

A fim de sintetizar as muitas tentativas em definir este construto Haylock (1987), afirma que a criatividade em matemática é reconhecida na formulação e resolução de problemas, invenção de teoremas, dedução de fórmulas e métodos originais de resolver problemas fora do padrão. Ainda, Haylock (1997) e Sriraman (2009) associam a criatividade em matemática a uma base sólida de conhecimentos e a capacidade de se libertar dos padrões estabelecidos para ver e aplicar esses conhecimentos em outros problemas.

Na concepção de Krutetskii (1976), criatividade em matemática está associada à resolução de problemas, formulação de problemas, invenção, independência, originalidade, fluência, flexibilidade e produção divergente. Para Lee, Huang e Seo (2003) e Lev-Zamir e Leikin (2013), a base da criatividade em matemática pode ser definida como a capacidade cognitiva que leva a enfatizar o pensamento divergente (fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração). Kattou, Kontoyianni, Pitta-Pantazi, Christou e Cleanthous (2013) propuseram criatividade em matemática como um subcomponente da habilidade em matemática, em particular, a capacidade dos alunos para resolver problemas de raciocínio indutivo e dedutivo, bem como a capacidade de processar semelhanças e diferenças na matemática.

Ervynck (1991) descreve criatividade em matemática como um processo metacognitivo, em três etapas, nas quais destacam-se a presença de algumas condições preliminares. A primeira etapa (fase 0) refere-se a fase técnica preliminar, que consiste na aplicação de alguma técnica ou procedimento matemático, sem uma fundamentação teórica consciente. A etapa seguinte (fase 1) destaca-se pela atividade algorítmica, utilizando técnicas matemáticas como a aplicação de forma explícita de um algoritmo repetidamente. A terceira etapa (fase 2) diz respeito a fase criativa da atividade. Essa é a fase que a criatividade matemática ocorre e consiste na tomada de decisão, nem sempre algorítmica. Essas decisões tomadas podem ser de natureza divergente e sempre envolve uma escolha.

A criatividade em matemática está intimamente relacionada às habilidades nesse domínio específico (MANN, 2005). Krutetskii (1976) e Livne e Milgran (2006) consideram dois tipos de habilidades em matemática. A primeira habilidade acadêmica ou escolar, refere-se à aprendizagem e a proficiência em matemática, adquiridas em processos de formação escolar nesta área, apropriando-se dos conhecimentos e dos procedimentos de forma rápida e bem sucedida (KRUTETSKII, 1976). De acordo com Livne e Milgran (2006), essas habilidades são uma capacidade específica de domínio da matemática demonstrada pelos princípios, conceitos e raciocínio. A segunda, habilidade criativa refere-se à atividade no

campo científico da matemática, levando a novos resultados ou produção de conhecimentos que são significativos para a humanidade, constituindo em um produto valioso em termos sociais (KRUTETSKII, 1976). Além disso, essa habilidade caracteriza-se pela percepção de padrões e relações com o pensamento complexo e pela capacidade de produzir pensamento original na matemática através de símbolos que resulta em mais de uma solução (LIVNE; MILGRAN, 2006).

Apesar da presença de aspectos comuns nas definições apresentadas, não existe um consenso sobre o conceito. A concepção de criatividade em matemática adotada neste trabalho foi, assim, definida como

a capacidade de apresentar inúmeras possibilidades de solução apropriadas para uma situação-problema, de modo que estas focalizem aspectos distintos do problema e/ou formas diferenciadas de solucioná-lo, especialmente formas incomuns (originalidade), tanto em situações que requeiram a resolução e elaboração de problemas como em situações que solicitem a classificação ou organização de objetos e/ou elementos matemáticos em função de suas propriedades e atributos, seja textualmente, numericamente, graficamente ou na forma de uma sequência de ações (GONTIJO, 2007, p. 37).

A utilização desse conceito se justifica pela tentativa do autor em sumarizar as várias definições existentes na literatura e, ainda, por sua amplitude na investigação do construto no ambiente escolar. A criatividade, de um modo geral, passou a ser considerada, desde o início do século XX, uma habilidade essencial do ser humano e que pode ser desenvolvida e aprimorada no contexto escolar, em especial no ensino da matemática. De acordo com Poincaré (1911/1995, p. 20), “sem ela, os jovens espíritos não poderiam iniciar-se na inteligência da matemática; não aprenderiam a amá-la, e só veriam nela uma vã logomaquia; sem a intuição, sobretudo jamais se tornariam capazes de aplicá-la”.

Livne e Milgran (2006) e Kattou, Kontoyianni, Pitta-Pantazi, Christou e Cleanthous (2013) destacam a necessidade do desenvolvimento das habilidades criativas em matemática na escola. Se os alunos são capazes de enfrentar as situações de matemática apresentando suas ideias de forma fluente, flexível e original, então, serão eficientes em enfrentar novos desafios e problemas desconhecidos.

Abordaremos a seguir uma maneira para desenvolvermos a criatividade em matemática no contexto escolar a partir da Teoria das Situações Didáticas de Guy Brousseau.

## **2.2 Criatividade em Matemática no Contexto Escolar**

Na atualidade, percebe-se a necessidade da preparação dos alunos para serem críticos e criativos, buscando experiências de aprendizagem que desenvolva a capacidade de pensar



de forma inovadora (ALENCAR; FLEITH, 2003b). A utilização intencional do espaço escolar no desenvolvimento da criatividade supõe direções altamente interligadas: alunos, família, professores e instituição de ensino. Isso se fundamenta no fato de que,

para ajudar a desenvolver nos alunos os recursos pessoais que lhes permitam uma ação criativa e transformadora, é necessário que se constituam espaços de relação e de ações favoráveis. Para isso, a ação criativa dos educadores é essencial, assim como o são as características que a escola assume como organização, contexto onde se dão as referidas interações e que as mediatiza (MARTÍNEZ, 2002, p. 191).

No campo da matemática isso passa, necessariamente, por criar condições efetivas para que alunos e professores tenham liberdade de pensar, imaginar, explorar, errar, descobrir, fazer estimativas, experimentar suas próprias intuições e atribuir seus próprios significados, que são elementos vitais na formação de um indivíduo (DANTE, 1988). É através da criatividade em matemática que vemos a essência do que significa fazer e aprender matemática (LILJEDAHN, 2008).

Para isso, considera-se, neste trabalho, que o desenvolvimento da criatividade em matemática pode ser descrita a partir da Teoria das Situações Didáticas, de Guy Brousseau, na medida em que permite compreender a ação dos sujeitos, nas situações de aprendizagem, considerando fatores contextuais. É importante ressaltar que essa teoria enfoca para o desenvolvimento do ensino e aprendizagem, a partir das múltiplas relações estabelecidas entre aluno, professor e saber em matemática.

Na Teoria das Situações Didáticas, o aluno aprende adaptando-se a um ambiente de contradições, dificuldades e desequilíbrio (ALMOULOU, 2010). Além disso, o aluno deve ser sempre estimulado a tentar e superar os desafios, pelo seu próprio esforço. Essas condições do ambiente conduzem ao raciocínio na busca da aprendizagem em matemática (FREITAS, 2002). Cabe ao professor desenvolver uma atividade que vai além de comunicar o enunciado, nesse sentido, busca a transferência de responsabilidades de modo que o aluno possa agir, falar, refletir e evoluir na sua aprendizagem (ALMOULOU, 2010). Quanto ao saber escolar, deve ser significativo, em sintonia com as atividades de aprendizagem e comprometido com a promoção existencial do aluno (PAIS, 2011).

Esse processo de ensino e aprendizagem apoia na noção de devolução, que segundo Brousseau (2008, p. 91), “é o ato pelo qual o professor faz com que o aluno aceite a responsabilidade de uma situação de aprendizagem ou de um problema e assume ele mesmo as consequências dessa transferência”. Se o aluno aceita esse desafio intelectual conseguindo sucesso, então se inicia o processo de aprendizagem (FREITAS, 2002).

A Teoria das Situações Didáticas enfatiza a necessidade de criar condições para o aluno fazer, utilizar e inventar matemática sem a influência de aspectos didáticos específicos e explicitados pelo professor. Além disso, cria, organiza e utiliza situações didáticas que conduzem à construção de conceitos e de teorias matemáticas por parte do aluno com algumas propriedades e conhecimentos mínimos para seu desenvolvimento (D'AMORE, 2007). É importante ressaltar que o objeto central dessa teoria não é o aluno, mas a situação didática para uma aprendizagem mais significativa. Uma situação didática

é um conjunto de relações estabelecidas explicitamente e ou implicitamente entre um aluno ou um grupo de alunos, num certo meio, compreendendo eventualmente instrumentos e objetos, e um sistema educativo (o professor) com a finalidade de possibilitar a estes alunos um saber constituído ou em vias de constituição (...) o trabalho do aluno deveria, pelo menos em parte, reproduzir características do trabalho científico propriamente dito, como garantia de uma construção de conhecimentos pertinentes (BROUSSEAU, 1996 apud FREITAS, 2002, p. 67).

Na Teoria das Situações Didáticas, o aluno aprende adaptando-se ao *milieu* que é repleto de dificuldades, desafios, contradições, desequilíbrios, da mesma maneira que acontece com a humanidade (ALMOULOUD, 2010). O conceito de *milieu* refere-se a tudo que interage com o aluno de forma antagônica, ou seja, de forma a provocar o aluno a encontrar respostas para situações problemas (BROUSSEAU, 2008). Além disso, o aluno é desafiado a adaptar seus conhecimentos para resolver um problema, expressando-se através da criatividade e elevando seu nível de conhecimento. A adaptação, então, é uma habilidade demonstrada pelo aluno quando utiliza os seus conhecimentos para produzir uma solução para um problema (PAIS, 2011).

O *milieu* e as situações didáticas são organizados a partir dos saberes matemáticos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem sendo insuficientes se não tiver intenções didáticas claras para a aquisição do conhecimento matemático pelo aluno. Assim, o professor deve organizar o *milieu* no qual serão desenvolvidas as atividades que poderão provocar aprendizagens.

De acordo com Pais (2011), uma situação didática é formada pelas múltiplas relações pedagógicas estabelecidas entre professor, aluno e saber, caracterizando o espaço vivo da sala de aula. Ocorre nessa relação uma influência direta da natureza do saber. Por isso, a Teoria das Situações Didáticas se coloca a partir de como o conteúdo é apresentado, buscando uma significação do saber para o aluno, elaborado em sintonia com a situação didática.

Nesta perspectiva, um dos objetivos da organização do trabalho pedagógico é desenvolver a autonomia do aluno. Para isso, faz-se necessário reconhecer e superar a

concepção de que o professor é o único responsável pelo desenvolvimento do aluno. Nesse sentido, é importante considerar as situações em que não se tenha uma intencionalidade pedagógica direta ou um controle do professor. Isso ocorre,

quando o aluno torna-se capaz de colocar em funcionamento e utilizar por ele mesmo o conhecimento que ele está construindo, em situação não prevista de qualquer contexto de ensino e também na ausência de qualquer professor, está ocorrendo então o que pode ser chamado de situação adidática (BROUSSEAU, 1986 apud PAIS, 2011, p. 68).

Para analisar o processo de aprendizagem, a teoria das situações destaca quatro fases distintas e interligadas entre si (ação, formulação, validação e institucionalização), onde o aluno não tem a mesma relação com o saber que o professor. No momento da ação, o aluno realiza procedimentos mais imediatos para a resolução de um problema, resultando na produção de um conhecimento da natureza mais experimental e indutiva do que teórica. Permite ao aluno julgar o resultado de sua ação e ajustá-la, se necessário. O momento de formulação, o aluno passa a utilizar na resolução de um problema algum esquema de natureza teórica, contendo um raciocínio mais elaborado. O terceiro momento é o de validação, em que alunos utilizam mecanismos de provas e o saber já elaborado por eles passa a ser usado com uma finalidade de natureza teórica, voltada para a questão da veracidade do conhecimento, podendo os alunos após analisar aceitar ou rejeitar. O momento de institucionalização tem a finalidade de buscar o caráter objetivo e universal do conhecimento estudado pelo aluno (PAIS, 2011; ALMOULOU, 2010).

Os vários tipos de situações didáticas se encontram fortemente articuladas às regras da prática pedagógica, pois a tarefa do professor e do aluno é diferente em cada uma delas (PAIS, 2011). Estas regras e condições do funcionamento da educação escolar dizem respeito às obrigações mais imediatas e recíprocas estabelecidas entre professor e alunos e fazem parte do contrato didático.

Segundo Almouloud (2010), o contrato didático é o conjunto de comportamentos esperados por parte do professor e alunos no processo de ensino e aprendizagem. Além disso, é um meio de gerenciar o tempo em sala de aula; é parte de uma situação didática; define as responsabilidades e os papéis na sala de aula; permite renegociações quando não forem respeitadas as regras construídas pelas partes; é uma relação entre professor, aluno e saber; depende dos diferentes contextos de ensino e aprendizagem e tem por objetivo a aquisição dos saberes pelos alunos.

Sarrazy e Novotná (2013) investigaram a importância do papel das situações didáticas na produção de soluções originais em uma amostra com 155 crianças entre 9 e 10

anos. O estudo mostrou uma forte influência da situação sobre a produção do estudante e confirmou a dimensão de um aspecto da Teoria das Situações, o contrato didático, como facilitador da criatividade no campo da matemática.

É importante ressaltar a influência do ambiente, onde o aluno se encontra, na produção criativa. Este aluno, por sua vez, possui traços de personalidade, habilidades cognitivas, como motivação, e alguns conhecimentos. A Teoria das Situações Didáticas considera que a aprendizagem significativa em matemática ocorre da interação do sujeito e a situação que é uma atividade desenvolvida por um aluno ou alunos em um ambiente.

O ambiente exerce um papel fundamental no desenvolvimento ou na inibição da criatividade sob dois aspectos. Em primeiro lugar, os indivíduos adquirem conhecimentos e capacidades cognitivas nos ambientes sociais e culturais, onde destacamos a escola. A escola tem reforçado o estímulo ao pensamento convergente, ou seja, a busca por uma única resposta, aos problemas sugeridos pelo professor e, em poucas vezes, o pensamento criativo é encorajado. Os conhecimentos e as informações são transmitidos pelo professor privilegiando a memorização e a repetição. Em segundo lugar, os professores servem de modelo para as crianças ao valorizar ou desvalorizar as produções criativas em sala de aula (LUBART, 2007).

A Teoria das Situações discute condições didáticas específicas e explicitadas pelo professor para que o aluno faça, utilize e crie conduzindo à construção de conhecimentos matemáticos (D'AMORE, 2007). Nesse ambiente, o aluno encontra-se diante de uma situação didática, que é um modelo de interação entre o aluno e o ambiente determinado e quando o aluno aceita a situação como um desafio proposto, intencionalmente, pelo professor, ocorre um desequilíbrio e dificuldades forçando o aluno a adaptar seus conhecimentos para resolver o problema, expressando-se através de sua habilidade criativa (PAIS, 2011). Compete ao professor intervir minimamente, tendo uma função de mediação, com um propósito de incentivar e orientar o aluno na busca de soluções, respeitando as regras do contrato didático estabelecido. O professor que promove a mediação da criatividade, segundo Fleith (2007, p. 154), “destaca-se por sua disponibilidade, comunicação direta, abertura a novas experiências, flexibilidade adaptativa e aceitação de si e dos alunos”.

Então, a criatividade no campo da matemática ocorreria a partir da interação do estudante com um ambiente criativo ou *milieu* criativo, que é definido como um ambiente psicossocial organizado pelo professor para o aluno, que considera a influência de fatores sociais, culturais e históricos no comportamento dos sujeitos, a partir de situações de natureza aberta que estabeleçam equilíbrio entre dificuldade da atividade e habilidades desses sujeitos e gerem concentração, envolvimento e interesse. Nesse contexto, a situação didática exerce

uma função central no ambiente que promove a criatividade em matemática, onde destaca-se o papel do professor na preparação desse ambiente.

Algumas posturas e estratégias do professor na sala de aula para o desenvolvimento da criatividade são destacadas como: (a) dar oportunidade de escolha ao aluno, considerando seus interesses; (b) ajudar o aluno com o seu erro; (c) valorizar ideias criativas; (d) desenvolver autoconceito positivo; (e) cultivar senso de humor na sala; (f) ser acessível ao aluno; (g) ter expectativas positivas com relação ao aluno; (h) ressaltar os pontos fortes do aluno; (i) fornecer *feedback* ao aluno sobre seu desempenho; (j) expor o aluno a várias áreas do conhecimento, estilos de ensino e métodos de avaliação; (l) encorajar o aluno a registrar suas ideias; (m) criar espaço para divulgação das produções dos alunos; (n) dar tempo para que o aluno desenvolva suas ideias, (o) considerar os comentários e sugestões dos alunos, dentre outras (FLEITH, 2002).

Os estudos de Amabile (1996) apontaram características de professores que estimulam à criatividade como: são mais estimados pelos alunos, manifestam mais interesse pelos alunos, são mais satisfeitos, mais entusiastas, mais educados, mais comprometidos, mais profissionais e mais incentivadores no início do ano. Alencar; Fleith (2003a), destacam algumas sugestões quanto ao comportamento dos professores que estimulam a criatividade dos alunos em sala de aula, onde citamos: dar tempo para o aluno pensar, valorizar as ideias criativas, considerar o erro como processo de aprendizagem, dar oportunidades de escolhas, prover oportunidades de desenvolvimento de um auto conceito positivo, cultivar o senso de humor em sala de aula.

Carlton (1959, apud GONTIJO, 2007) apresentou 21 características de pensamento criativo em matemática que podem ser observadas em sala de aula, a seguir citaremos algumas: (a) sensibilidade estética, expressa na apreciação da harmonia, unidade e analogias presentes em soluções matemáticas, em demonstrações e na apreciação da estrutura da matemática; (b) desejo por trabalhar independentemente do professor e dos outros alunos; (c) prazer de comunicar aspectos matemáticos com outras pessoas que têm igual habilidade e interesse; (d) convicção que todo problema tem uma solução; (e) persistência em trabalhar; (f) tédio com a repetição ou trabalho com um grande número de problemas que já dominam.

As atividades ou situações desenvolvidas no ambiente da sala de aula são ferramentas poderosas para o desenvolvimento da criatividade e rica fonte de motivação para o aluno. Para a motivação dos alunos, a atividade deve ser estimuladora, não apenas pela relevância na aprendizagem, mas sim pela própria situação de aprendizagem. Essa deve ser

desafiadora, com um grau intermediário de dificuldade, acessível ao aluno, deve fazer fronteira com as habilidades dos alunos, exigindo do professor uma sensibilidade para saber o nível que o aluno se encontra. Desafios, excessivamente difíceis, causam alta ansiedade, fracasso, frustração, irritação, baixa auto-avaliação das suas capacidades pelo aluno. Por outro lado, tarefas muito fáceis causam tédio e desânimo (BORUCHOVICH, BZUNECK; GUIMARÃES, 2010).

A respeito da atividade que favorece ao desenvolvimento da criatividade, Alencar e Fleith (2003a), sugerem que essa leve o aluno a produzir muitas ideias; envolva-o em uma análise crítica de um evento; estimule-o a levantar questões e gerar hipóteses e desenvolva a sua capacidade de explorar situações com possibilidade de ocorrência no futuro. No campo da matemática, de acordo com Gontijo (2007), privilegia a resolução e a formulação de problemas e redefinição de uma situação matemática em termos de seus atributos. Além disso, as atividades heurísticas de investigação e de descobertas que proporcionam uma maior liberdade de ação dos estudantes, que são fundamentais no processo criativo (PEREIRA, 2008).

Concluímos, então, que o desenvolvimento da criatividade em matemática no contexto escolar se efetiva por meio de uma prática docente que considere as influências sociais, culturais e históricas e que a Teoria das Situações Didáticas contribui para entendermos esse processo. Nesse sentido, acreditamos que a expressão criativa neste campo se consolide na interação do aluno com o *milieu* criativo organizado pelo professor e que leve o aluno a desenvolver o seu pensamento.

A seguir apresentaremos algumas pesquisas sobre essa temática no campo da matemática.

### **2.3 Estudos sobre criatividade em matemática em diversos países**

Foi realizada uma busca na base de dados *Education Resource Information Center* – ERIC com os termos “creativity and mathematics”, nos anos de 2003 até 2014. Esta consulta revelou em torno de 50 trabalhos, entre artigos, dissertações de mestrado e teses de doutorado, em vários países do mundo.

Nos Estados Unidos destacam-se os trabalhos de Sriraman (2004, 2009), Mann (2005, 2009), Bahar e Marker (2011) e Fertelli (2010). Sriraman (2004, 2009) desenvolveu um estudo qualitativo, por meio de entrevistas, para investigar a capacidade de criar de cinco matemáticos nos Estados Unidos. Os resultados indicaram que os processos de criação dos matemáticos seguiram o modelo de quatro estágios: preparação, incubação, iluminação e

verificação. Constatou-se, também, que a interação social, as imagens, a heurística, a intuição e a demonstração são aspectos presentes na criatividade em matemática.

A relação entre o desempenho criativo e o domínio em matemática foi investigada por Bahar e Marker (2011) com uma amostra constituída de 78 alunos de quatro escolas de baixa renda, em sua maioria índios Navajo, da quarta série do ensino fundamental do sudoeste dos Estados Unidos. Um teste foi utilizado para medir índices de criatividade em matemática dos alunos como fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração e a criatividade total em matemática. Os resultados indicaram correlações entre todos os índices de criatividade em matemática e o domínio da matemática.

Utilizando instrumentos existentes na literatura específica da área para obter indicadores do potencial criativo em matemática, Mann (2005, 2009) investigou a criatividade em matemática de 89 alunos da sétima série em Connecticut – EUA. Os resultados indicaram que a criatividade em matemática é explicada pelas seguintes variáveis: satisfação do aluno com a matemática, as suas atitudes em relação matemática, a autopercepção de sua própria capacidade criativa e influências do gênero.

A noção de criatividade matemática e sua relação com crenças epistemológicas de professores e a ansiedade sobre a natureza da matemática foram investigados por Ferteli (2010). Os participantes foram avaliados por meio de instrumentos quantitativos. Os resultados sugerem que a criatividade matemática pode ser incentivada e apoiada. Além disso, as crenças matemáticas e a ansiedade são significativamente impactadas pelas experiências com criatividade em matemática, como por exemplo: algoritmos alternativos, pensamento divergente, estratégias inventadas e problematização.

Na Coréia destacamos as pesquisas de Lee, Huang e Seo (2003) e Kwon, Park e Park (2006). Lee, Huang e Seo (2003) desenvolveram um teste de resolução criativa de problemas em matemática para alunos com altas habilidades (talentosos) e alunos regulares a partir de elementos do pensamento divergente: fluência, flexibilidade e originalidade. Este teste foi validado com uma mostra de 462 estudantes tornando-se uma ferramenta útil para o processo de desenvolvimento das habilidades na resolução criativa de problemas de matemática.

Para investigar os efeitos de um programa para ajudar a cultivar o pensamento divergente em matemática com base em problemas abertos, Kwon, Park e Park (2006) conduziram um estudo com 398 alunos da sétima série de escolas em Seul na Coréia. Partiram do pressuposto de que uma abordagem aberta no ensino da matemática poderia fornecer um ambiente para explorar as perspectivas e possibilidades para melhorar a criatividade em

matemática. Utilizaram pré e pós-teste para medir as habilidades do pensamento divergente, principalmente por meio de problemas abertos. Os resultados indicaram que os alunos do grupo de tratamento tiveram melhor desempenho quando comparados com os estudantes do grupo de controle em cada um dos componentes das habilidades do pensamento divergente (fluência, flexibilidade e originalidade).

O trabalho desenvolvido por Bolden, Harries e Newton (2009) teve como objetivo documentar concepções de estudantes de licenciatura em matemática no Reino Unido sobre criatividade neste campo. Aplicaram um questionário para sondar essas concepções no início do curso e depois estes dados foram completados com entrevistas semiestruturadas. A análise das respostas indicou que a concepção dos estudantes está associada ao uso de recursos e tecnologias, bem como a ideia de ensinar criativamente ao invés de ensinar para o desenvolvimento da criatividade. Os resultados indicaram, ainda, dificuldades em identificar formas de incentivar e avaliar a criatividade em sala de aula.

Em Israel destacam-se os estudos de Leikin (2007) e Levav-Waynberg e Leikin (2012). Leikin (2007) discute as múltiplas formas de resolução de problemas como uma propriedade dinâmica da mente humana e que o potencial criativo de uma criança pode ser desenvolvido e incentivado. Além disso, as múltiplas possibilidades de resolução de problemas contribuem para o desenvolvimento e diagnóstico do pensamento matemático avançado. A autora apresenta uma noção de solução de um problema matemático e exemplifica as ideias usando vários problemas. O conceito de simetria é apresentado como parte importante do pensamento matemático avançado.

As mudanças no conhecimento geométrico dos alunos e sua criatividade associadas à implantação do programa Múltiplas Soluções de uma Tarefa – MST, em cursos de geometria escolar foram investigadas por Levav-Waynberg e Leikin (2012). Trezentos e três estudantes de 14 classes de geometria participaram do estudo, dos quais 229 alunos de 11 classes participaram do grupo experimental enquanto o restante não foi submetido a nenhuma intervenção especial. Este estudo comparou o desenvolvimento do conhecimento e da criatividade entre os grupos experimentais e controle por meio de testes escritos dos alunos. O conhecimento de geometria foi medido pela correção e conectividade das soluções apresentadas com critérios de fluência, flexibilidade e originalidade. Os resultados mostraram benefícios aos alunos que participaram do programa MST em fluência e flexibilidade evidenciando que essa abordagem de múltiplas soluções proporciona maior oportunidade para os estudantes desenvolverem seu potencial criativo e melhorarem seu desempenho do que as abordagens convencionais.



Na China destaca-se o trabalho de Chang (2013) que investigou a relação entre a ludicidade na criatividade em matemática. Participaram da pesquisa 321 estudantes do ensino fundamental da cidade de Taiwan na China, com altas habilidades em matemática e ciências. Dois instrumentos de coleta de dados foram utilizados: (1) Escala de Ludicidade Pessoal, que avalia apreciação do processo; prazer na elaboração e resolução de problemas; relaxamento a serviço da livre expressão; humor e felicidade com experiências agradáveis; prazer e interesse e perseverança; e (2) Teste Williams de Criatividade que avalia ousadia, curiosidade, imaginação e capacidade de lidar com desafios. Os resultados revelaram que a ludicidade e a criatividade dos alunos superdotados em matemática e ciências são correlacionadas e o nível de ludicidade de alunos superdotados é capaz de prever a criatividade.

No Brasil temos os estudos de Gontijo (2007), Otaviano (2009) e Vasconcelos (2002). Os estudos conduzidos por Gontijo (2007) investigou a relação entre criatividade, motivação em matemática e criatividade em matemática em uma amostra de 100 alunos da 3ª série do ensino médio de uma escola da rede particular de ensino do Distrito Federal. Os resultados apontaram que existe uma correlação positiva entre criatividade e criatividade em matemática e entre motivação e criatividade em matemática.

A percepção de 396 alunos de escolas públicas e particulares de ensino médio, quanto ao estímulo à criatividade por seus professores e motivação em matemática foi explorada nos estudos de Otaviano (2009). Os resultados indicaram uma diferença significativa na percepção quanto aos estímulos à criatividade em favor da escola particular. Evidenciou, ainda, que há diferenças significativas na motivação em matemática a favor dos alunos das escolas particulares.

Em outro estudo, Vasconcelos (2002) avaliou a criatividade matemática e o desempenho de 63 alunos da 8ª série do ensino fundamental no que diz respeito à resolução de problemas heurísticos. Os resultados apontaram que estratégias e habilidades utilizadas pelos alunos são frutos de um complexo conjunto de variáveis, que constitui a história da aprendizagem de matemática desses alunos. Além disso, a criatividade em matemática esteve presente em maior e menor grau em todos os alunos da pesquisa.

Encontramos, também, um estudo conduzido em diversos países do mundo (Chipre, Índia, Israel, Letônia, México e Romênia), pelos pesquisadores Leikin, Subotnik, Pitta-Pantazi, Singer e Pelczer (2013), com o objetivo de obter uma compreensão cultural dos aspectos da criatividade associadas ao ensino secundário de matemática de cerca de 1100 professores desses países. Responderam a um questionário de 100 itens abordando as concepções dos professores sobre: (a) quem é o aluno criativo em matemática, (b) quem é o

professor criativo em matemática, (c) a criatividade em matemática está relacionada com a cultura e (d) quem é a pessoa criativa. Foram apresentadas as diferenças nas concepções dos professores nos diferentes países e as relações entre as concepções de criatividade e experiência dos professores. Com base na análise dos dados, concluiu-se que todos os participantes dos diferentes países reconhecem a importância da criatividade em matemática e que uma abordagem criativa no ensino da matemática desenvolve a criatividade dos alunos.

Nos estudos mencionados nos diversos países destacam-se as seguintes temáticas: (1) capacidade criativa em matemáticos; (2) relação entre desempenho criativo e domínio em matemática; (3) modelo de criatividade em matemática, a partir satisfação na atividade de matemática, autopercepção da capacidade criativa, atitudes e gênero; (4) elaboração de testes para medir a criatividade em matemática; (5) efeitos de programas em criatividade em matemática; (7) compreensão dos aspectos relacionados com a criatividade em matemática por professores; (8) relação entre ludicidade e criatividade; (9) relação entre criatividade, criatividade em matemática e motivação; (10) resolução criativa de problemas.

Diante dessas temáticas de investigação, abordaremos a seguir algumas maneiras para estimularmos e desenvolvermos a criatividade em matemática no campo da educação matemática.

## **2.4 Estímulo e Desenvolvimento da Criatividade em Educação Matemática**

A educação matemática tem buscado alternativas para inovar e desenvolver uma prática docente criativa e adequada às necessidades da sociedade do século XXI abrindo espaço para pesquisas e discussões sobre a temática (FIORENTINI, 1995; FLEMMING, 2005; ZORZAN, 2007; GROENWALD, SILVA; MORA, 2004). A criatividade em matemática surge como uma possibilidade de se repensar a educação matemática, principalmente, focalizando seu olhar para a natureza das atividades, o estímulo ao pensamento divergente e as estratégias para o desenvolvimento da criatividade neste campo.

Em primeiro lugar, temos que refletir sobre a natureza das atividades desenvolvidas no processo de ensino e aprendizagem da matemática. Esta natureza pode ser mais fechada, que permite um único padrão de resolução e favorece o pensamento convergente que é amplamente utilizada pelos professores de matemática ou, pode ser de natureza aberta/heurística, que são aquelas atividades que admitem múltiplas possibilidades de caminhos para a solução e favorece o pensamento divergente (DANTE, 1988; GONTIJO, 2007; VASCONCELOS, 2002).

Pinheiro e Vale (2013) desenvolveram uma pesquisa com o objetivo de analisar de que modo é possível desenvolver a criatividade dos alunos no campo da matemática. Os resultados revelaram grande receptividade, por parte dos alunos, às tarefas de natureza aberta, ao demonstrar um grande entusiasmo, empenho e interesse na concretização das mesmas.

Na resolução de problemas abertos, os estudantes são responsáveis pela tomada de decisão (GONTIJO, 2007) e isso favorece o desenvolvimento de estratégias e procedimentos de investigação, iniciativa e espírito explorador e, além disso, desenvolve a criatividade em matemática (DANTE, 1988). Um problema aberto pode até não definir claramente o que a questão pede, mas permitir muitas soluções possíveis (KWON, PARK; PARK, 2006).

Kwon, Park e Park (2006) enumeraram cinco vantagens para utilização de problemas abertos em sala de aula como: (1) aumenta a participação dos alunos de forma mais ativa e ajuda expressar suas ideias com mais liberdade; (2) possibilita maior oportunidade para os alunos usarem seus conhecimentos e habilidades matemáticas; (3) possibilita aos alunos responderem os problemas de maneira mais significativa; (4) proporciona uma experiência racional ao aluno; (5) favorece o sentimento de descoberta e aprovação dos outros estudantes. Problemas abertos podem dar aos alunos um maior senso de realização e satisfação. Além disso, aumentam a confiança na sua capacidade para encontrar suas próprias respostas.

Uma atividade simples para ilustrar um problema de natureza aberta seria pedir para os alunos desenhar o maior número de retângulos especificando suas dimensões, de modo que todos tenham área igual a  $40 \text{ cm}^2$ . Nesta atividade existem muitas possibilidades de resposta, a considerar o nível de aprendizagem dos alunos.

Uma estratégia para estimular o pensamento divergente seria a utilização de situações que possibilitassem múltiplas respostas, fundamentadas no interesse em desenvolver práticas interdisciplinares, como por exemplo, a integração entre a matemática e a literatura, escrita e compreensão de textos (FLEMING, 2005). Um exemplo para ilustrar essa ideia seria a inclusão na organização do trabalho pedagógico histórias como “*A divisão simples, a divisão exata e a divisão justa*” do livro: O homem que calculava de Malba Tahan. Com isso, produzir-se-ia, provavelmente, uma interação entre os alunos e estimular-se-ia o pensamento divergente em matemática. Segue esse trecho do livro com adaptações:

A caminho de Bagdá, Beremís e seu amigo encontraram, caído, na estrada, um pobre viajante roto e ferido, ao qual socorreram e do qual souberam ser Salem Nasair, um dos mais ricos mercadores de Bagdá, que fora atacado por uma chusma de nômades persas do deserto, tendo sua caravana sido saqueada e ele o único a conseguir, milagrosamente, escapar, oculto na areia, entre os cadáveres dos seus escravos! Combinaram, então, juntar os cinco pães que ‘o Homem que calculava’ ainda tinha com os três do seu amigo e

dividi-los entre si para sobreviverem até chegarem a Bagdá, prometendo o cheque pagar com uma moeda de ouro cada pão que comesse! Quando lá chegaram, o rico Salem Nasair cumpriu sua palavra dada, entregando ao 'Homem que calculava' cinco moedas pelos cinco pães e a mim, pelos três pães, três moedas. Com grande surpresa, o 'Calculista', objetou, respeitoso: - Perdão, ó cheque! A divisão, feita desse modo, pode ser muito simples, mas não é, matematicamente certa. Quando, durante a viagem, tínhamos fome, eu tirava um pão à caixa em que estavam guardados e repartia-o em três pedaços, comendo cada um de nós, um desses três pedaços. Se eu dei 5 pães, dei, é claro, 15 pedaços; se o meu companheiro deu 3 pães, contribuiu com 9 pedaços. Houve, assim, um total de 24 pedaços, cabendo, portanto, oito pedaços para cada um. Dos 15 pedaços que dei, comi 8, dei, na realidade 7; o meu companheiro deu, como disse, 9 pedaços e comeu, também, 8, logo deu apenas, 1. Os 7 que eu dei e o restante que o 'bagdalí' forneceu, formaram os 8 que couberam ao cheque Salem Nasair. Logo, é justo que eu receba 7 moedas e o meu companheiro, apenas, 1. Era lógica, perfeita e irresponsável a demonstração apresentada pelo matemático! Mas esta divisão, de sete moedas para mim e uma para meu amigo, conforme provei, é matematicamente certa, mas não é perfeita aos olhos de Deus!, retorquiu o 'Calculista'. E tomando as moedas na mão, dividiu-as em duas partes iguais e deu-me uma dessas partes, guardando, para si, a restante (MALBA TAHAN, p.13-16).

Nessa atividade, por exemplo, a turma seria dividida em grupos e seria proposto aos alunos a realização de uma dramatização. A dramatização no campo da matemática favorece a interação entre os alunos, permite que estes expressem suas experiências pessoais, bem como, o entendimento dos conceitos da atividade e desenvolve a criatividade (GONTIJO, 2007). Além disso, seriam elaboradas atividades para que os alunos pudessem explorar as possibilidades matemáticas dessa história, como por exemplo, dividir a turma em três grupos e pedir para que os alunos defendessem as operações mencionadas na história, dentre outras.

Uma outra possibilidade para estimular o pensamento divergente seria valorizar as diferentes produções dos alunos em sala de aula. Por exemplo, na multiplicação de  $32 \times 25$ , poderíamos encontrar:

A.

$$\begin{array}{r} \text{x} \quad 32 \\ \quad 25 \\ \hline 160 \\ + \quad 64 \\ \hline 800 \end{array}$$

B.

$$\begin{array}{r} \text{x} \quad 32 \\ \quad 25 \\ \hline 10 \\ + 150 \\ \hline 40 \\ 600 \\ \hline 800 \end{array}$$

C.

$$\begin{array}{r} \text{x} \quad 32 \\ \quad 25 \\ \hline 50 \\ + 150 \\ \hline 600 \\ 800 \end{array}$$

D.

$$\begin{array}{r} \text{x} \quad 32 \\ \quad 25 \\ \hline 50 \\ + 750 \\ \hline 800 \end{array}$$

Na solução A, utilizou-se o algoritmo de multiplicação mais tradicional e, geralmente, o mais enfatizado pelos professores de matemática em sala de aula. Observa-se

que na solução B, outro princípio foi utilizado, ou seja,  $32 \times 25 = (2 + 30) \times (5 + 20) = 10 + 150 + 40 + 600$ . A solução C é baseada no modelo de multiplicação, em que  $(2 \times 5)$  e  $(20 \times 2)$  são calculadas primeiro e, em seguida,  $(30 \times 20)$  e  $(30 \times 5)$  são calculados. Na solução D multiplica-se  $(25 \times 2) = 50$  e depois  $(25 \times 30) = 750$  e depois efetua-se a soma dos valores  $50 + 750 = 800$ . É importante ressaltar que todas as maneiras apresentadas estão corretas, portanto ao valorizar as múltiplas formas para resolver um problema, estaremos favorecendo o pensamento divergente e estimulando a criatividade em matemática.

O desenvolvimento da criatividade em matemática também poderia ser estimulada por meio de situações de investigação que conectassem a matemática com a realidade. Algumas estratégias advindas da educação matemática poderiam ser utilizadas para essa finalidade como a modelagem matemática; brincadeiras e atividades lúdicas; a estratégia de resolução de problemas nas aulas de matemática, dentre outras.

A modelagem matemática é considerada uma arte de expressar, por meio da linguagem matemática, problemas reais (FLEMING, 2005; GROENWALD, SILVA; MORA, 2004; ZORZAN, 2007). Além disso, segundo os PCN (BRASIL, 1997), é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos têm a possibilidade de utilizar a matemática para investigar situações da realidade de outras áreas. De acordo com Gontijo (2007, p. 68) a modelagem é uma técnica usada para estimular o pensamento criativo e colaborar com a geração de ideias e pode ser usada “para criar modelos físicos e visuais para mostrar concepções matemáticas e explorar ativamente soluções dos problemas, usando e manipulando uma variedade de materiais produzidos pelos alunos”.

Um exemplo para ilustrar esse objetivo se encontra no livro GESTAR TP3 sobre a construção de uma piscina. A seguir segue a atividade:

A comunidade de uma escola, junto com o Conselho Escolar, decidiu atender a um pedido dos alunos e construir uma piscina. Avaliando o espaço disponível e as necessidades, decidiram que sua superfície deveria caber em um espaço com medidas 6m por 12m. Quanto à profundidade, para que a maioria dos alunos pudesse usá-la, decidiram que seria de 1m na parte mais rasa e de 3m na parte mais funda. Decidiram também que o fundo não teria a forma de uma rampa em toda a extensão, ou seja, não inclinaria de modo uniforme da parte mais rasa para a mais funda. Ao invés disso, haveria alguns degraus no fundo entre os pisos horizontais, mas na parte mais funda poderia ser inclinado. As preocupações que surgiram foram: (a) como fazer um projeto satisfazendo a essas condições; (b) como saber a quantidade de água que seria necessária para encher a piscina, até 20 cm da borda (BRASIL, 2008, p. 20).

Esta atividade mostra-se de extrema importância para o desenvolvimento da criatividade em virtude de sua natureza aberta. Quando os alunos desenvolvem a atividade de construção do projeto satisfazendo as condições especificadas usariam a imaginação,

componente essencial da criatividade, além disso, fariam desenhos, esboços, maquetes até encontrar o modelo ideal. Isso comprova algumas das possibilidades dessa questão. Na atividade que envolvesse o cálculo da quantidade de água para encher a piscina, os alunos precisariam descrever a forma da piscina e calcular sua capacidade propiciando o exercício de sua capacidade de visualização em três dimensões e da representação dessa visualização. Destaca-se então, nesta atividade, a habilidade de elaborar modelos para solucionar situações matemáticas que é um critério para mensurar a criatividade em matemática (BALKA, 1974).

Pereira (2008) desenvolveu um estudo com o objetivo de investigar a criatividade em aplicações de modelagem matemática. Foram analisadas algumas dissertações de mestrado que utilizaram a modelagem matemática como metodologia de ensino. Os resultados indicaram que a liberdade de ação dos estudantes e a tarefa na perspectiva heurística são fundamentais para o desenvolvimento da criatividade em sala de aula numa atividade de modelagem matemática. Identificou, também, a postura do professor durante o desenvolvimento da atividade, que passa por incentivar, proporcionar liberdade para propor ideias, enfrentar situações novas, trabalhar com temas de interesse do grupo, favorecer o debate e a discussão dos temas de investigação, favorecer aos estudantes um olhar de uma situação sob vários aspectos. As atividades de modelagem matemática favorecem o desenvolvimento da criatividade quando proporciona interação entre os estudantes, estimulando a sua colaboração.

Uma outra maneira para desenvolver a criatividade em matemática seria utilizando brincadeiras e atividades lúdicas nas aulas de matemática. Essas atividades geram um maior interesse e participação dos alunos, introduz alegria, prazer, equilíbrio emocional, ânimo e entusiasmo ao ambiente da sala de aula, além disso, despertam ação, são desafiantes e mobilizam a curiosidade, reduzem a evasão escolar, e apresentam também, diversas potencialidades para o desenvolvimento de aprendizagens. Por outro lado, a ausência de atividades lúdicas na escola não favorece o pleno desenvolvimento da criança (ARAÚJO, 2000; MIRANDA, 2002).

A atividade lúdica é um excelente laboratório para experiências inteligentes e reflexivas. Gera socialização, afetividade, motivação, criatividade e cognição para efetivar a aprendizagem e desenvolvimento das potencialidades dos indivíduos (MIRANDA, 2002).

A brincadeira é uma atividade na sua essência lúdica estimulando o aprendizado, pois, indica uma possibilidade de recriar uma realidade imediata em um universo alternativo. Uma brincadeira não pode ser muito desafiante e nem muito entediante para não provocar ansiedade. A primeira fase da brincadeira é o faz de conta, ou seja, referência a algo que já

existe, em seguida, essa realidade se transforma e adquire outro significado, assumindo um papel de mundo alternativo sem consequências e, por fim, o aspecto da incerteza com possibilidades múltiplas (BROUGÈRE, 2010).

A atividade lúdica é caracterizada como uma atividade autotélica, ou seja, atividades intrinsecamente gratificantes em que sua recompensa está na realização, que geram grande prazer e satisfação. De acordo com Amabile (1996), a brincadeira tem um efeito benéfico sobre a criatividade e exploração, pois desperta a motivação intrínseca das crianças.

Acredita-se que no processo de desenvolvimento das estratégias nas atividades lúdicas, o aluno envolve-se com o levantamento de hipóteses e conjecturas, aspecto fundamental no desenvolvimento do pensamento criativo, científico, inclusive o matemático (CHANG, 2013). Portanto, engajar-se em atividades lúdicas aumentam a criatividade, especialmente se os objetos dessa atividade estão envolvidos na tarefa subsequente, como por exemplo: uma atividade que consiste em dividir uma turma em três equipes com a mesma quantidade, se possível, de alunos (conforme figura 1).



Figura 1. Atividade de matemática na quadra de esportes.

Nesta atividade colocam-se copos em linha reta e um recipiente com água na quadra de esportes. A quantidade de copos enfileirados é igual à quantidade de alunos em cada equipe. O primeiro copo encontra-se a uma distância de 5 metros do recipiente e a distância entre cada copo seria de 2 metros. A dinâmica dessa atividade consiste no primeiro participante de cada equipe encher uma caneca com a água do recipiente, correr em direção ao primeiro copo, despejar a água da caneca neste copo, voltar ao ponto de partida e entregar a caneca para o segundo participante que repetirá o processo. Ganha a brincadeira a equipe que encher todos os copos e voltar ao ponto de partida.

Uma possibilidade para explorar essa situação seria a construção do conceito da soma dos termos de uma progressão aritmética e o desenvolvimento da criatividade em matemática solicitando aos alunos as seguintes questões: (a) Faça um desenho representando a brincadeira (b) Quantos metros andou cada participante da equipe? (c) O que você observou na sequência

numérica formada pela quantidade de metros de cada participante? (d) Quantos metros andaram toda a equipe? (e) Mostre o maior número de possibilidades para responder quantos metros andou toda a equipe (f) Formule um conceito padrão, se possível, para indicar este resultado.

É possível que a resposta mais original se aproxime da descoberta, simples e elegante, de Carl Friedrich Gauss para o conceito para a soma dos termos de uma progressão aritmética – P.A. Conta-se que um professor de matemática mandou os alunos de sua turma que somassem de 1 a 100, como forma de castigo. O professor ficou surpreso quando um dos alunos, Gauss, havia feito a soma corretamente e em pouco tempo. Ele percebeu que a soma do primeiro com o último era igual a 101 e que a soma do segundo com o penúltimo, também, era igual a 101 e, além disso, que a soma do terceiro e do antepenúltimo, também, era 101 e, assim sucessivamente, ou seja, a soma de dois termos equidistantes dos extremos é igual à soma dos extremos, que neste caso é 101. Como no total são 50 somas iguais a 101, Gauss concluiu que  $(1 + 100) \times 50 = 5050$  (PAIVA, 2009).

Outra estratégia para o desenvolvimento da criatividade em matemática seria a resolução de problemas. Esta concepção didática poderosa e importante para desenvolver as habilidades em matemática, pois permite aos estudantes maneiras independentes e autônomas na busca de ideias e estratégias novas para alcançar uma solução adequada ao problema proposto (FLEMING, 2005; GROENWALD; SILVA; MORA, 2004; ZORZAN, 2007).

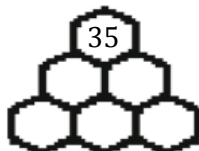
A resolução de problemas desenvolve o raciocínio dos alunos, ajuda a desenvolver a criatividade, motiva os alunos a aprender, contribui para a avaliação da aprendizagem e desenvolve uma aprendizagem em grupo, quando esta atividade for solidária (NASSER, 1988). Além disso, faz o aluno pensar produtivamente, a enfrentar situações novas, a envolver com aplicações da matemática, torna as aulas mais interessantes e desafiadoras, equipa o aluno com estratégias para resolver problemas e alfabetiza matematicamente (DANTE, 1988).

Para que a resolução de um problema seja bem sucedida, Lester (2013) salienta o envolvimento do aluno com experiências anteriores em resolução de problemas, o conhecimento, a compreensão de como reconhecer e construir padrões de inferência e a intuição que levam a uma atividade de resolução de problemas originais. Schoenfeld (2013) destaca, além do conhecimento do indivíduo, as estratégias heurísticas, a autorregulação e o sistema de crenças individuais e suas origens em experiências matemáticas como categorias importantes da atividade de resolução de problemas. De acordo com Dante (1988) e Gontijo (2007), no processo de resolução de problemas, em especial os de natureza aberta, o aluno desenvolve a sua criatividade em matemática.

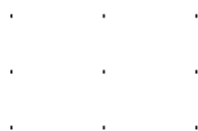
Alguns exemplos são apresentados a seguir:



1. Olhe para a pirâmide com um número. Todas as células devem conter um número. Cada número da pirâmide pode ser calculado através da realização da mesma operação com os dois números que aparecem abaixo dela. Preencha a pirâmide, mantendo no topo o número 35. Tente encontrar o maior número de soluções possíveis (KATTOU, KONTOYIANNI, PITTA-PANTAZI; CHRISTOU, 2012).



2. Considere uma grade quadrada com nove pontos, cuja distância entre os pontos é de 1 cm. Unindo-se os pontos com linhas retas, desenhar tantas formas quanto possível, com uma área de  $2 \text{ cm}^2$  (HAYLOCK, 1997).



Dante (1988) e Gontijo (2007) sugerem algumas outras atividades para o desenvolvimento da criatividade em matemática. Estas atividades são: (1) determine como funciona o algoritmo da divisão; (2) invente um novo sistema de numeração; (3) invente uma nova operação; (4) invente novas maneiras de efetuar a adição, subtração, multiplicação e divisão; (5) escreva um poema matemático; (6) escreva uma dramatização envolvendo a matemática; (7) redefina um problema; (8) elabore problemas matemáticos. Alguns projetos, também são destacados como possibilidades para o desenvolvimento da expressão criativa envolvendo a matemática e a arte, a música, a literatura, a religião, a informática.

Considerando os diversos aspectos apresentados relativos à criatividade em matemática, este trabalho foi elaborado com o objetivo de apresentar um modelo empírico para prever a criatividade em matemática, explicando a ocorrência desse fenômeno considerando a percepção que estudantes de ensino médio de uma escola pública têm acerca das práticas de seus docentes, de sua motivação e o seu rendimento escolar em relação à matemática.

### 3 METODOLOGIA

Considerando as questões de pesquisa, planejou-se uma investigação com a finalidade de verificar as correlações entre as variáveis: motivação para aprender, rendimento escolar e percepção das práticas docentes para a criatividade e apresentar um modelo empírico para prever a criatividade em matemática. A criação de modelos pode ser utilizada em diversas áreas do conhecimento como a arte, moda, engenharia, matemática, entre outras. Para Almeida, Silva e Vertuan (2012), a modelagem significa dar forma a algo na busca de expor e/ou explicar características, demonstrar estruturas, descrever situações, ilustrar conceitos e prever comportamentos de um fenômeno por meio de um modelo.

#### 3.1 Participantes

Participaram desta pesquisa 87 alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola da rede pública do Distrito Federal. A idade média dos participantes deste estudo era de 16,78 anos, variando de 15 a 20 anos. Quarenta e um alunos (47,1%) eram do gênero masculino e 46 (52,9%) do feminino. A pesquisa ocorreu em uma escola de ensino médio que está localizada na cidade satélite do Gama, Distrito Federal. A escola conta com uma ampla estrutura de ensino com todos os meios básicos que uma instituição de ensino deve possuir como: laboratório de informática, física e química, quadra de esportes, sala de multimídia, além de um auditório que é usado para diversas atividades.

A escola foi construída para atender uma demanda de ensino médio da cidade e promover uma formação geral e criar condições para que os educandos pudessem interagir com o mundo de forma crítica e criativa como agentes da sua própria história. A escola desenvolve alguns projetos interdisciplinares como exposições, gincanas, café cultural, visitas a museus, projetos de prevenção ao uso de drogas, educação sexual, projeto de informática, dentre outros. É uma escola que tem participado do Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, obtendo resultados significativos, por exemplo, no ano de 2013/14 obteve uma média geral de 539,13 pontos. Este resultado colocou a escola entre as dez maiores médias das escolas públicas do Distrito Federal. A maior média de pontos alcançada por escolas públicas neste ano no Distrito Federal foi de 606,60. O sistema de avaliação fica a critério de cada professor, que distribui os dez pontos de cada bimestre em trabalhos, pesquisas, exercícios e provas (BRASÍLIA, 2014).

### 3.2 Instrumentos

Os instrumentos para a coleta de dados foram o Teste de Criatividade em Matemática (GONTIJO, 2007), o Inventário de Práticas Docentes que Favorecem a Criatividade (ALENCAR; FLEITH, 2004), a Escala de Motivação para Aprender de Universitários: EMA-U (BORUCHOVITCH, 2008) e o diário de classe das turmas pesquisadas, no qual são registradas as notas alcançadas pelos alunos em cada bimestre em matemática do ano de 2014.

#### Teste de Criatividade em Matemática

O Teste em Criatividade em Matemática foi desenvolvido por Gontijo (2007), para um estudo que investigou a relação entre criatividade, criatividade em matemática e motivação em Matemática de alunos de ensino médio. Os itens deste teste foram elaborados com o objetivo de verificar a extensão da criatividade em matemática, baseando-se na resolução de problemas, formulação de problemas e redefinição de elementos matemáticos, como visto em Haylock (1987). É composto de 6 itens que foram selecionados dos estudos que avaliam a fluência, flexibilidade e originalidade das respostas produzidas. Apresentaremos, a seguir alguns destes itens do teste e o respectivo processo de correção.

1. Alguns pontos são dados abaixo, de tal modo que a distância entre eles, tanto na horizontal, como na vertical, é igual a 1 cm. Ligando estes pontos, construa polígonos que tenham perímetros (soma das medidas dos lados) iguais a 14 centímetros. Desenhe cada polígono separadamente dos demais.

```

      .   .   .   .   .
      .   .   .   .   .
      .   .   .   .   .
      .   .   .   .   .

```

Para a correção desse item do teste foram adotados os seguintes critérios:

- Fluência: número de polígonos elaborados que satisfazem as condições do problema, isto é, possuem perímetro igual a 14 cm e não são congruentes quando sobrepostos ou rotacionados.
  - Flexibilidade: número de categorias de polígonos, elaboradas em função da área dos polígonos. De acordo com Smith (1990 apud VASCONCELOS, 2002) pode-se obter 121 polígonos com área variando de  $6 \text{ cm}^2$  até  $12 \text{ cm}^2$ .
  - Originalidade: raridade relativa à produção de todos os participantes do estudo.
2. Esta atividade consiste em realizar operações envolvendo apenas o número 4. Você deverá usar quatro números 4, realizando operações matemáticas entre eles. O

resultado dessas operações também deverá ser igual a 4. Tente fazer o maior número de soluções, incluindo todas as seguintes operações aritméticas: adição, subtração, multiplicação, divisão, raiz quadrada, fatorial, etc. Não é necessário usar todas as operações em cada solução apresentada.

Neste item do teste, foram adotados os critérios de correção a seguir:

- Fluência: número de sentenças matemáticas que envolvem exclusivamente quatro números 4 e que produzam resultado igual a 4.
- Flexibilidade: número de categorias de sentenças, calculado pelo número de operações diferentes utilizadas em cada sentença elaborada.
- Originalidade: raridade relativa das sentenças elaboradas sendo pontuado o aluno que construiu pelo menos uma sentença que nenhum outro tenha elaborado.

O tempo para a aplicação do teste é de 50 minutos, distribuídos da seguinte forma: 5 minutos para o item 1; 10 minutos para o item 2; 10 minutos para o item 3; 10 minutos para o item 4; 5 minutos para o item 5 e 10 minutos para o item 6.

### **Inventário de Práticas Docentes para a Criatividade**

O Inventário de Práticas Docentes para a Criatividade na Educação Superior foi construído por Alencar e Fleith (2004) com o objetivo de avaliar a percepção de estudantes quanto às práticas de professores que favorecem a expressão criativa dos alunos universitários. É composto de 37 itens respondidos em uma escala de cinco pontos, variando de “discordo totalmente” até “concordo plenamente”, sendo agrupados em quatro fatores.

O fator 1 – Incentivo a Novas Ideias – inclui 14 itens relativos à estimulação das habilidades cognitivas e características afetivas associadas à criatividade dos alunos, onde destacamos os itens: “cultiva nos alunos o gosto pela descoberta e busca de novos conhecimentos”, “estimula a curiosidade dos alunos através das tarefas propostas”, “promove o debate com estímulo à participação de todos os alunos”. O fator 2 – Clima para Expressão de Ideias – inclui 6 itens que dizem respeito à postura de respeito e aceitação por parte do professor acerca das ideias apresentadas pelos alunos, como por exemplo: “valoriza as ideias originais dos alunos”, “não está atento aos interesses dos alunos”, “tem senso de humor em sala de aula”. O fator 3 – Avaliação e Metodologia de Ensino – inclui 5 itens relativos a práticas de ensino favoráveis ao desenvolvimento da expressão criativa, onde mencionamos: “preocupa-se apenas com o conteúdo informativo”, “utiliza sempre a mesma metodologia de ensino”, “oferece aos alunos poucas opções de escolha com relação aos trabalhos a serem desenvolvidos”. O fator 4 – Interesse pela Aprendizagem do Aluno – engloba 12 itens

envolvendo estratégias e recursos de ensino que motivam o aluno a aprender de forma criativa, onde citamos: “utiliza exemplos para ilustrar o que está sendo abordado em classe”, “dá *feedback* construtivo aos alunos”, “tem expectativas positivas com relação ao desempenho dos alunos”. A validação de constructo do instrumento foi realizada verificando sua estrutura interna por meio de análise fatorial, os coeficientes de consistência interna variaram entre 0,72 e 0,93.

É importante ressaltar que este instrumento foi elaborado para estudantes universitários. Por isso, realizou-se um estudo piloto com alunos do ensino médio, de outra escola, para verificar o conteúdo e clareza dos itens apresentados. Considerou-se que este instrumento era adequado em virtude de que a amostra deste estudo é composta por alunos da 3ª série do ensino médio, ou seja, pré-universitários. Após a realização destes procedimentos o instrumento foi considerado apropriado para a pesquisa.

### **Escala de Motivação para Aprender de Universitários (EMA-U)**

A Escala de Motivação para Aprender de Universitários (EMA-U) foi construída por Boruchovitch (2008) com o objetivo de verificar a percepção quanto à motivação para aprender de estudantes universitários. É composta de 32 itens, respondidos em uma escala de 4 pontos de frequência, variando de “discordo plenamente” até “concordo plenamente”, e distribuídos em 2 fatores. O primeiro fator tem 16 itens e destina-se a medir a motivação intrínseca. O item de maior carga fatorial deste fator foi “eu estudo porque gosto de adquirir novos conhecimentos”. O segundo fator também é composto por 16 itens, destinados a medir a motivação extrínseca, em que o item com maior carga fatorial foi “eu só estudo porque quero tirar notas altas”. Nesse instrumento os coeficientes de fidedignidade foram, respectivamente, 0,86 para a escala total, 0,84, fator 1 e 0,76, fator 2.

A Escala de Motivação para Aprender de Universitários (EMA-U) foi elaborada para alunos de ensino superior. A amostra deste estudo é constituída por alunos da 3ª série do ensino médio, ou seja, pré-universitários, por isso, julgou-se adequado a sua aplicação. Além disso, foi realizado estudo piloto com alunos do ensino médio, de outra escola, a fim de verificar o conteúdo e clareza dos itens. Considerou-se a aplicação deste instrumento apropriado para a amostra deste estudo.

### **Diário de Classe do Professor**

Foram solicitadas ao professor de matemática as notas de todos os alunos participantes da pesquisa para verificar o rendimento escolar desses alunos, cujos valores

variaram entre 0,0 e 10,0 pontos, referentes ao 1º e 2º bimestre de 2014. Justifica-se a escolha desses bimestres por que a coleta de dados realizou-se nesse período.

### 3.3 Procedimentos

Inicialmente foi feito contato com a direção da escola a fim de esclarecer os motivos da pesquisa, bem como os procedimentos que seriam utilizados para a coleta de dados. Após a explicitação dos objetivos da pesquisa, o Diretor da escola nos encaminhou para o supervisor pedagógico da instituição para agendarmos a aplicação dos instrumentos junto aos alunos. Distribuímos um termo de livre e esclarecido (em apêndice) para cada um dos alunos que participaram da pesquisa. Após a leitura, todos os alunos assinaram e concordaram em contribuir com o estudo.

Os instrumentos de pesquisa foram respondidos coletivamente e aplicados em duas etapas em dois dias seguidos. A primeira etapa envolveu a aplicação do teste de criatividade em matemática e o inventário de práticas docentes em relação à aula de matemática em duas aulas de 45 minutos. A segunda etapa compreendeu a aplicação da escala de motivação em relação à matemática com um tempo de aplicação variando de 10 a 20 minutos. Os instrumentos foram aplicados pelo pesquisador.

É importante ressaltar que na aplicação da escala de motivação e do inventário de práticas docentes para a criatividade foi solicitado aos alunos que pensassem na aula de matemática.

### 3.4 Análise de Dados

As informações obtidas por meio dos instrumentos de pesquisa originaram um banco de dados que foi analisado pelo programa *Statistical Package for the Social Science* – SPSS. Realizaram-se análises de confiabilidade (*alfa de Cronbach*) para testar a validade dos instrumentos (Inventário de Práticas Docentes para a Criatividade e Escala de Motivação para Aprender) referentes a amostra do estudo. Ressalta-se que o teste de validade foi realizado em função de a amostra ser diferente daquela para quais os instrumentos foram criados. Ainda, realizou-se a análise descritiva dos dados para identificação de casos omissos ou ausentes (*missing values*) e dados extremos (*outliers*). Foi utilizada a Correlação de Pearson para examinar as questões 1, 2 e 3 deste estudo. Os pressupostos de normalidade e de homogeneidade da variância para esta técnica estatística foram verificados.

Para responder a questão de pesquisa 4 optou-se pela técnica estatística de Regressão Múltipla Padrão com o objetivo de modelar o fenômeno da criatividade em Matemática no contexto escolar. Examinou-se os pressupostos da Regressão Linear Múltipla, a partir dos resíduos, como multicolinearidade, singularidade, homogeneidade nas variâncias, normalidade e linearidade, bem como, identificar as possíveis consequências de sua violação (TABACHNICK; FIDEL, 2007). Verificou-se, ainda a relação entre a variável dependente e as variáveis independentes do estudo. A variável dependente é criatividade em matemática e as variáveis independentes são percepção das práticas docentes, motivação para aprender e rendimento escolar.

O resultado de uma Regressão Múltipla é uma equação de reta que representa a melhor predição de uma variável dependente a partir de diversas variáveis independentes. Esta equação representa um modelo aditivo, sendo representada pela equação de regressão linear  $y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + \dots + B_iX_i + \epsilon_0$ , onde  $y$  é a variável dependente;  $B_0$  é a constante ou intercepto entre a reta e o eixo ortogonal;  $B_1, B_2, B_3, \dots, B_i$  são os pesos, parâmetros ou coeficientes padronizados de regressão;  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_i$  são as variáveis independentes ou preditoras e  $\epsilon_0$  é o erro ou resíduo, que se refere à diferença entre os valores observados e os preditos (HAIR, 2009; TABACHNICK; FIDEL, 2007).

## 4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados desse estudo que buscou apresentar um modelo empírico para prever a criatividade em matemática, explicando a ocorrência desse fenômeno considerando a percepção de alunos de ensino médio de uma escola pública acerca das práticas docentes, o nível de motivação para a aprendizagem e o rendimento em relação à matemática. Quatro questões de pesquisa foram investigadas.

### **Questão de pesquisa 1. Existe relação entre motivação para a aprendizagem e rendimento escolar em matemática?**

Para responder a essa questão de pesquisa, considerou-se os fatores da Escala de Motivação para Aprender em relação à matemática e a variável rendimento escolar que foi obtida a partir da média aritmética das notas dos alunos em matemática nos dois primeiros bimestres de 2014. Depois disso, verificou-se a correlação entre as variáveis.

Foram encontradas correlações positivas de fraca para moderada, entre o fator 1 – Motivação Intrínseca – e rendimento escolar ( $r = 0,22$ ;  $p < 0,05$ ). Além disso, os resultados revelaram que não ocorreu correlação significativa entre o fator 2 – Motivação Extrínseca – e rendimento escolar.

Os índices da correlação entre motivação para a aprendizagem e conhecimento escolar em relação à matemática são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. *Correlação entre Motivação para Aprender e Rendimento Escolar em Matemática*

<b>Fatores</b>	<b>Rendimento Escolar</b>
1. Motivação Intrínseca	0,22 (*)
2. Motivação Extrínseca	0,02

*Nota:* \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$  e ( $n = 87$ ).

### **Questão de pesquisa 2. Existe relação entre motivação para a aprendizagem e percepção das práticas docentes para a criatividade?**

Para responder a essa questão de pesquisa, considerou-se os fatores do Inventário de Práticas Docentes para a Criatividade e os fatores da Escala de Motivação para Aprender. Depois disso, verificou-se a correlação entre as variáveis.

Foram encontradas correlações positivas entre o fator 1 – Incentivo a Novas Ideias – e motivação intrínseca ( $r = 0,20$ ;  $p < 0,05$ ). Da mesma forma foram encontradas correlações positivas entre o fator 2 – Clima para Expressão de Ideias – e motivação intrínseca ( $r = 0,23$ ;



$p < 0,05$ ). Também foram encontradas correlações positivas entre o fator 3 – Avaliação e Metodologia de Ensino – e motivação intrínseca ( $r = 0,20$ ;  $p < 0,05$ ). Ainda foram encontradas correlações positivas entre o fator 4 – Interesse pela Aprendizagem do Aluno – e motivação intrínseca ( $r = 0,19$ ;  $p < 0,05$ ). Essas correlações encontradas foram consideradas de fraca para moderada (TABACHNICK; FIDEL, 2007). Não foi encontrada nenhuma correlação entre as medidas da percepção das práticas docentes para a criatividade e a motivação extrínseca. Estes resultados podem ser observados na tabela 2.

Tabela 2. *Correlação entre Percepção das Práticas Docentes para a Criatividade e Motivação para Aprender*

Fatores	Motivação Intrínseca	Motivação Extrínseca
1. Incentivo a Novas Ideias	0,20 (*)	0,06
2. Clima para Expressão de Ideias	0,23 (*)	0,14
3. Avaliação e Metodologia de Ensino	0,20 (*)	0,16
4. Interesse pela Aprendizagem do Aluno	0,19 (*)	- 0,03

Nota: \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$  e ( $n = 87$ )

### **Questão de pesquisa 3. Existe relação entre percepção das práticas docentes para a criatividade e rendimento escolar em matemática?**

Para responder a essa questão de pesquisa, considerou-se os fatores do Inventário de Práticas Docentes para a Criatividade e a variável rendimento escolar, obtida a partir da média aritmética das notas dos alunos em matemática nos dois primeiros bimestres de 2014.

Não foram encontradas correlações significativas entre os fatores do Inventário de Práticas Docentes para a Criatividade e o rendimento escolar em relação à matemática dos alunos do ensino médio. Estes resultados podem ser observados na tabela 3.

Tabela 3. *Correlação entre Percepção das Práticas Docentes para a Criatividade e Rendimento Escolar em Matemática*

Fatores	Rendimento Escolar
1. Incentivo a Novas Ideias	0,17
2. Clima para Expressão de Ideias	0,14
3. Avaliação e Metodologia de Ensino	- 0,17
4. Interesse pela Aprendizagem do Aluno	0,16

Nota: \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$  e ( $n = 87$ ).

**Questão de pesquisa 4. A percepção de alunos do ensino médio acerca das práticas docentes para a criatividade, a motivação para a aprendizagem e o conhecimento escolar são preditores da criatividade em matemática?**

A Regressão Linear Múltipla foi utilizada para obter um modelo parcimonioso por meio de uma equação de reta que representa a melhor predição da variável dependente criatividade em matemática (*CM*) e das variáveis independentes. Considerou-se como variável independente os fatores do Inventário de Práticas Docentes para a Criatividade (incentivo a novas ideias, clima para a expressão de ideias, avaliação e metodologia de ensino e interesse pela aprendizagem do aluno), os fatores da Escala de Motivação para Aprendizagem (motivação intrínseca e motivação extrínseca) e o rendimento escolar, obtido a partir da média do rendimento dos alunos no 1º e 2º bimestre de 2014 na disciplina de matemática. Optou-se pelo método *Enter*, onde todas as variáveis são inseridas ao mesmo tempo no cálculo da equação de regressão múltipla. Analisaram-se os pressupostos do modelo, nomeadamente o da distribuição normal, da homogeneidade e da independência dos erros. Os dois primeiros pressupostos foram validados graficamente e o pressuposto da independência dos erros foi validado com a estatística de Durbin-Watson ( $d = 1,94$ ) como descrito por Maroco (2011). Utilizou-se o *VIF – Variance Inflation Factor* – para diagnosticar a multicolinearidade, constatando-se valores próximos de 1,0, o que indica a não existência de colinearidade entre as variáveis preditoras. Observaram-se, também, as correlações entre as variáveis e percebeu-se que não ocorreram indícios de singularidade entre as variáveis. Portanto, todos os pressupostos foram atendidos.

Analisou-se a contribuição das variáveis independentes em termos de quanto cada uma acrescenta de explicação da variável dependente criatividade em matemática. A regressão linear múltipla permitiu identificar as variáveis motivação intrínseca ( $t(79) = 0,80$ ;  $p < 0,01$ ) e rendimento escolar ( $t(79) = 1,98$ ;  $p < 0,01$ ) como preditores significativos da criatividade em matemática. Verificou-se também que a variável avaliação e metodologia de ensino é um preditor significativo da criatividade em matemática, mas a sua contribuição para o modelo é negativa ( $t(79) = -2,05$ ;  $p < 0,05$ ). As outras variáveis – motivação extrínseca, incentivo a novas ideias, clima para a expressão de ideias, interesse pela aprendizagem do aluno – analisadas não foram significativas para o modelo e, portanto, não foram incluídas nesse modelo. Observou-se, ainda, a partir da magnitude da estatística  $t$  que o rendimento escolar tem um impacto maior sobre o modelo, seguida pela motivação intrínseca e, por fim, a avaliação e metodologia de ensino que teve um impacto negativo. Este modelo é altamente

significativo e explica uma proporção média de variabilidade da  $CM$  ( $F(7, 79) = 4,04$ ;  $p < 0,001$ ;  $R = 0,52$ ;  $R^2 = 0,27$ ).

O modelo obtido pela regressão linear múltipla é descrita na forma de uma equação. Os coeficientes desta equação são descritos pelos valores significativos de  $B$  indicados na tabela 4. Estes valores indicam a contribuição individual de cada previsor para o modelo.

Tabela 4. *Resumo da Análise de Regressão Múltipla para a Variável Dependente Criatividade em Matemática*

Variável	$B$	$SE\ B$	$\beta$
Constante	- 1,28	1,35	
Incentivo a Novas Ideias	0,14	0,24	0,10
Clima para Expressão de Ideias	0,08	0,19	0,06
Avaliação e Metodologia de Ensino	- 0,35	0,17	- 0,23(*)
Interesse pela Aprendizagem do Aluno	- 0,08	0,26	- 0,05
Motivação Intrínseca	0,73	0,24	0,32(**)
Motivação Extrínseca	0,19	0,24	0,09
Rendimento Escolar	0,27	0,13	0,21(**)

Nota:  $R^2 = 0,27$  ( $n = 87$ ,  $p < 0,001$ ), \* $p < 0,05$  e \*\* $p < 0,01$ .

O modelo final é então,  $CM = - 1,28 + 0,73\ MI + 0,27\ RE - 0,35\ AM$ , onde  $CM$  representa criatividade em matemática,  $MI$  a motivação intrínseca,  $RE$  o rendimento escolar e  $AM$  a avaliação e metodologia de ensino. Os coeficientes do modelo informam sobre o relacionamento entre a criatividade em matemática e cada previsor. Se o valor é positivo, podemos dizer que existe uma relação positiva entre o previsor e a variável dependente enquanto que um coeficiente negativo representa uma relação inversa. Para esses dados tivemos dois coeficientes positivos e um coeficiente negativo. Portanto, à medida que o nível de motivação intrínseca aumenta, a criatividade em matemática aumenta; se o nível de conhecimento dos alunos aumenta, a criatividade aumenta e, finalmente se a percepção desfavorável acerca das práticas docentes aumentar, a criatividade diminui. É importante ressaltar que os valores dos coeficientes nos informam em que grau cada previsor afeta a criatividade em matemática se todos os demais coeficientes forem mantidos constantes.

Assim, temos no modelo, a variável  $MI$  (motivação intrínseca) em que ( $B = 0,73$ ). Esse valor indica que se a motivação intrínseca aumentar uma unidade, a criatividade em matemática aumentará 0,73 unidades. Com relação ao coeficiente da variável  $RE$  (rendimento escolar), cujo valor é de ( $B = 0,27$ ), indica que se o conhecimento escolar aumentar uma

unidade, a criatividade em matemática aumentará em 0,27 unidades. E por fim, o coeficiente ( $B = -0,35$ ) da variável *AM* (avaliação e metodologia de ensino) indica que se a percepção desfavorável dos alunos de ensino médio em relação à avaliação e metodologia de ensino do professor de matemática aumentar uma unidade a criatividade em matemática diminuirá 0,35 unidades.

Desse modo, é suposto que quando os alunos possuem alguns conhecimentos matemáticos mínimos e estão motivados intrinsecamente ocorre o desenvolvimento da criatividade em matemática. Por outro lado, foi identificado que as formas atuais de avaliação bem como a metodologia de ensino contribuem de forma negativa para a criatividade neste campo.

## 5 DISCUSSÃO

Destacaram-se neste estudo duas direções de investigação. A primeira procurou estabelecer correlações entre as variáveis preditoras motivação para aprender e rendimento escolar em matemática, entre motivação para aprender e percepção das práticas docentes para a criatividade e entre rendimento escolar em matemática e percepção das práticas docentes para a criatividade. A outra direção deste estudo buscou apresentar um modelo para prever a criatividade em matemática.

### 5.1 Correlações entre as Variáveis Preditoras

No estudo das correlações das variáveis preditoras observou-se que quanto maior a motivação intrínseca para aprender de um aluno do ensino médio de uma escola pública maior será o seu rendimento escolar em matemática. Isso se explica por que quando um aluno está intrinsecamente motivado para aprender matemática, ele demonstra mais curiosidade, interesse, atenção, concentração e persistência nas diversas atividades que resultam em um melhor desempenho, conforme descreve Guimarães (2004). A correlação encontrada foi positiva, indo de fraca para moderada e aponta para a possibilidade de outras variáveis do contexto influenciarem a relação entre motivação intrínseca e o rendimento escolar.

Resultados semelhantes a esses foram encontrados em um estudo conduzido por Otaviano (2009) que investigou estímulos à criatividade por professores de ensino médio de matemática e sua relação com a motivação dos alunos. Uma das questões investigadas verificou a relação entre motivação em matemática e rendimento escolar. Utilizou-se uma escala de motivação em matemática, desenvolvida por Gontijo (2007), e as notas dos alunos no 1º bimestre nesta disciplina. Os resultados indicaram correlações positivas entre a nota em matemática e todos os fatores da motivação em matemática, exceto no fator “Hábitos de Estudo” (OTAVIANO, 2009).

Em outro estudo, desenvolvido por Cavalcanti (2009), foram encontrados resultados similares. Neste estudo, a autora investigou, dentre outros objetivos, a relação entre motivação para aprender e desempenho escolar de alunos do ensino fundamental. Aplicou uma escala de motivação para aprender para alunos de ensino fundamental (NEVES; BORUCHOVITCH, 2007) e um teste de desempenho escolar. Os resultados indicaram uma correlação significativa positiva entre motivação intrínseca para aprender e desempenho escolar. O estudo também revelou que não foram encontradas correlações significativas entre motivação extrínseca para aprender e desempenho escolar.

Os resultados deste estudo, também, apontaram para a importância das práticas educativas no desenvolvimento da motivação e da aprendizagem dos alunos na disciplina de matemática. Podemos dizer que quanto maior a percepção dos alunos quanto às práticas docentes para o desenvolvimento da criatividade concernentes ao incentivo a novas ideias dos alunos, interesse pelas suas aprendizagens, avaliação e metodologias de ensino adequadas para o seu desenvolvimento e manutenção de um clima positivo para a expressão de ideias maior é a sua motivação intrínseca para aprender matemática. As correlações encontradas foram positivas, indo de fraca para moderada sinalizando a possibilidade de outras variáveis influenciarem esta correlação.

Com relação ao clima de sala de aula para a criatividade, Cavalcanti (2009), encontrou resultados que apontaram a existência de correlação positiva entre percepção clima de sala de aula para a criatividade e motivação intrínseca para aprender em estudantes de escolas públicas. Ao estabelecer um clima positivo em sua sala de aula o professor tende a favorecer a criatividade de seus alunos (FLEITH; ALENCAR, 2006).

Para Morgado (2004) o clima positivo de sala de aula eleva a autoestima do aluno, confiança em si, competências e capacidade de autocrítica. Desenvolve o sentimento de utilidade na comunidade, capacidade de adaptação, flexibilidade e capacidade de iniciativa, conscientização sobre os problemas do ambiente e qualidade de vida, tornando-se mais autônomo que facilitará a produção criativa.

Um clima de sala positivo na aula de matemática, segundo Messias e Monteiro (2009), é aquele que exige um apoio mútuo e expectativas que cada um fará o seu melhor, onde existe uma comunicação aberta e caracterizada pelo diálogo, entre os alunos e entre estes e o professor, onde os processos de trabalhar dos alunos se desenvolvem em conjunto de forma cooperativa entre si e com o professor.

Por outro lado, neste estudo, não foram identificados correlações significativas entre os fatores do Inventário de Práticas Docentes para a Criatividade e a motivação extrínseca e entre esses fatores do inventário e o rendimento escolar. Isto sugere que as práticas docentes não têm contribuído para motivar extrinsecamente e favorecer um melhor rendimento dos alunos de ensino médio.

Uma possível justificativa para este resultado seria a preferência de alguns professores de matemática por uma prática de ensino mais tradicional que privilegia a memorização, a repetição, o uso de algoritmos (MUNIZ, 2001). Essa prática pode estar relacionada à preparação para exames vestibulares e outros do gênero, que não incluem formas de analisar o potencial criativo dos estudantes. No mesmo sentido, a Psicologia Cognitiva explica que essa prática

tradicional apoia na concepção transmissiva de ensino que, segundo Lima (2009, p. 59) “a aquisição de um conhecimento pelo sujeito é o resultado de uma transmissão, de uma comunicação e a aprendizagem se faz pelo acúmulo de informações”.

Nessa concepção, o aluno não é capaz, devendo reproduzir o que diz o professor, e ainda, deve ficar atento, escutar, anotar, repetir e aplicar o que aprendeu, ou seja, aprende por imitação e impregnação. O professor é o detentor do saber devendo comunicá-lo de forma clara para que o aluno aprenda. Não há lugar para o erro, sendo este, atribuído ao aluno. A atividade tem como objetivo levar o aluno a praticar e a controlar o domínio do que foi ensinado, se houver fracasso, o professor deve recomeçar tudo, repetir e propor novos exercícios até garantir a aprendizagem do aluno (LIMA, 2009).

Outro aspecto dessa desmotivação e baixo desempenho escolar dos alunos são refletidos na falta de identidade ou na busca por uma identidade do ensino médio. Esta etapa da educação básica tem duração mínima de três anos e possui, conforme a LDB – Lei de Diretrizes e Base, as finalidades de consolidação e aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos; de preparação básica para o trabalho; de formação ética, desenvolvendo a autonomia intelectual e o pensamento crítico do educando; de compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos (BRASIL, 1996). Entretanto, essas finalidades não tem se consolidado no universo das escolas e nem na elaboração dos projetos escolares gerando um crescente desinteresse de alunos e professores dessa etapa de ensino (KRAWCZYK, 2011).

Segundo Krawczyk (2011), a maioria dos jovens não reconhece a legitimidade do ensino médio para garantir um emprego e o acesso dos educandos aos estudos superiores. Isto aponta para a demanda de um mercado de trabalho que exige profissionais cada vez mais especializados e atualizados e que o ensino médio não consegue suprir. Além disso, nesta etapa final da educação básica os alunos, em sua maioria, segunda a autora, não dão conta da profundidade dos conteúdos para atender as demandas dos vestibulares. Por outro lado, a questão da falta de identidade do ensino médio dificulta as orientações de políticas de formação para os profissionais da educação (KRAWCZYK, 2011).

Ressalta-se que toda discussão sobre formação docente passa obrigatoriamente pelo debate das condições de trabalho. Estas condições de trabalho têm sido caracterizadas por Kuenzer e Caldas (2009, p. 32) como “o conjunto de recursos que possibilita uma melhor realização do trabalho educativo e que envolve tanto a infra-estrutura das escolas, os materiais didáticos disponíveis, quanto os serviços de apoio aos educadores da escola”.

As condições de carreira e trabalho têm contribuído, em certa medida, para a

desistência do professor em relação ao seu trabalho em virtude da falta de motivação, desamparo, desesperança, passividade, alienação, depressão, fadiga, stress, dentre outras (CODDO, 2006). Esse retrospecto é, em certa medida, transferido para a sala de aula provocando desmotivação e desinteresse dos alunos pela aprendizagem e com isso, o baixo rendimento escolar em matemática.

## 5.2 Apresentação do Modelo de Criatividade em Matemática

Destaca-se como ponto forte deste estudo a busca de um modelo que permitisse prever a criatividade em matemática. O modelo encontrado foi:  $CM = -1,28 + 0,73 MI + 0,27 RE - 0,35 AM$  ( $R^2 = 0,27$ ;  $p < 0,001$ ). Este modelo relaciona a criatividade em matemática  $CM$  a partir da motivação intrínseca  $MI$ , do rendimento em relação à matemática  $RE$ , que colaboram de forma positiva para o modelo e da avaliação e metodologia de ensino  $AM$ , que contribuem de maneira negativa.

O valor encontrado ( $R^2 = 0,27$ ;  $p < 0,001$ ) utilizando-se a regressão linear múltipla diz quanto da variabilidade da criatividade em matemática pode ser explicada pelas variáveis e o grau de significância do modelo. Se convertermos este valor em porcentagem, podemos dizer que 27,0% da criatividade neste campo podem ser explicadas pelas variáveis: motivação intrínseca para aprender, rendimento escolar em relação à matemática e a percepção das práticas docentes para a criatividade, no que diz respeito à avaliação e a metodologia de ensino. Colocando esse valor em perspectiva, isso não leva a 73,0% de variabilidade a ser contabilizadas por outras variáveis deste contexto. Apesar do alto valor de significância ( $p < 0,001$ ), este modelo não é suficiente para explicar a criatividade em matemática neste contexto.

Mann (2005) verificou se a criatividade matemática podia ser predita a partir das variáveis: realização em matemática, atitude em relação à matemática, autopercepção da capacidade criativa, gênero e percepção do professor de matemática quanto ao talento e capacidade criativa. Os resultados revelaram que a realização em matemática é o preditor mais forte da criatividade neste campo. O estudo apontou também, as atitudes dos estudantes em relação a matemática, a auto-percepção de sua própria capacidade criativa e o gênero dos alunos como preditores da criatividade no campo da matemática. O modelo final conseguiu explicar 35% da criatividade em matemática.

Em relação à contribuição da motivação intrínseca na produção criativa, Alencar e Galvão (2007) destacam que uma das principais características de cientistas, artistas plásticos, escritores e compositores é o intenso envolvimento no trabalho realizado refletindo uma busca



apaixonada pelo conhecimento ou produção artística, sendo acompanhada de fortes sentimentos de prazer e satisfação. Csikszentmihalyi (1996, 2002), introduziu o conceito de *flow*, para definir esse intenso estado de concentração, interesse e envolvimento no desenvolvimento de uma atividade. É considerada, também, uma experiência de total imersão, caracterizando os melhores momentos da vida. Quando uma pessoa está neste estado ela se sente tão envolvida que nada mais parece importar. A experiência é tão agradável que as pessoas a vivenciarão mesmo pagando um alto preço.

Este estado foi descrito por Csikszentmihalyi (1996, 2002) em nove dimensões, a saber: (1) equilíbrio entre desafio e habilidade, onde há uma sensação de equilíbrio entre as exigências da situação e as habilidades pessoais; (2) mesclando a ação e a consciência, que refere a um sentimento de automaticidade sobre ações; (3) metas claras, refletindo na certeza do que deve ser feito; (4) *feedback* imediato e claro, configurando sentimentos de que tudo está indo conforme o planejado; (5) concentração na tarefa, que refere-se a sensação de estar realmente focado; (6) senso de controle, caracterizado pelo esforço consciente; (7) perda da autoconsciência, onde a preocupação com o eu desaparece; (8) transformação do tempo, que pode ser visto como passando mais rapidamente, mais lentamente, ou pode haver uma completa falta de consciência da passagem do tempo; (9) experiência autotélica, que descreve um sentimento de fazer algo por si mesmo, sem expectativa de recompensa ou benefício futuro. Portanto, este estado estaria profundamente ligado à motivação intrínseca, consequentemente, ao desenvolvimento da criatividade, em especial, no campo da matemática.

Gontijo (2007) investigou, dentre outros objetivos, a relação entre motivação e criatividade em matemática. Os resultados indicaram correlações positivas entre três fatores da escala de motivação e a criatividade neste campo. Os fatores desta escala e o item com maior carga fatorial são: “Jogos e Desafios”, com o item “gosto de elaborar desafios envolvendo noções de matemática para seus amigos e familiares”; “Resolução de Problemas”, com o item “diante de um problema, sinto muita curiosidade em saber sua resolução”; “Aplicações no Cotidiano” e o item “faço desenho usando formas geométricas”. Além disso, foram observadas correlações positivas entre o índice de geral de motivação e criatividade em matemática. Os itens que compõem esses fatores da escala denotam um desejo interno, ou seja, itens ligados à motivação intrínseca, que são satisfeitos com a realização da tarefa de matemática resultando em produções criativas neste campo.

O rendimento escolar em relação à matemática foi o preditor mais forte do modelo de criatividade em matemática apresentado deste estudo. Isso sugere que esses alunos

possuem conhecimentos neste campo. Quanto a isso, Runco e Chand (1995), enfatizam que o conhecimento pode influenciar o pensamento criativo, agindo como facilitador na medida em que fornece as informações prévias para a geração de ideias. Segundo Lubart (2007), os conhecimentos permitem

compreender as situações e não reinventar o que já existe. O conhecimento ajuda igualmente a levar em consideração os acontecimentos e a tirar partido das situações observadas aleatoriamente; além disso, pelo domínio de certos aspectos da tarefa, permite focalizar seu pensamento sobre os aspectos novos de determinada tarefa (LUBART, 2007, p. 34).

Os alunos precisam de conhecimentos e regras básicas em matemática e devem ser capazes de relacionar conceitos anteriormente estudados para gerar um novo produto. A integração do conhecimento existente com a intuição matemática, imaginação e a inspiração resultam em uma solução matematicamente aceita, descrevendo assim, um ato criativo (ERVYNCK, 1991).

Kattou, Kontoyianni, Pitta-Pantazi, Christou e Cleanthous (2008), desenvolveram um estudo que analisou uma série de fatores cognitivos que podem prever a capacidade criativa em matemática, com 359 alunos do ensino fundamental em Chipre. Neste estudo constatou-se que a criatividade em matemática pode ser predita apenas pelas habilidades matemáticas ou conhecimentos neste campo. Em particular, a habilidade dos alunos para resolver problemas de raciocínio indutivo e dedutivo, bem como a capacidade de processar semelhanças e diferenças em matemática contribui para a previsão do potencial criativo neste conteúdo. As outras variáveis testadas pelos autores no estudo como inteligência, memória de trabalho, velocidade e controle do processamento, não conseguiram prever a criatividade em matemática.

Os resultados deste estudo revelaram ainda que a percepção dos alunos acerca da avaliação escolar, bem como da metodologia de ensino utilizada pelo professor tem contribuído significativamente para o desenvolvimento da criatividade em matemática, entretanto, de forma negativa. Esta percepção negativa em relação à avaliação se justifica pelo conteúdo dos itens do fator – Avaliação e Metodologia de Ensino – do Inventário de Práticas Docentes para a Criatividade, por exemplo: “utiliza formas de avaliação que exigem do aluno apenas a reprodução do conteúdo dado em classe ou contido nos livros-texto”, indicando condições menos favoráveis para o desenvolvimento da criatividade em matemática.

A avaliação pode ser entendida, segundo Luckesi (2003), como julgamento de valor sobre manifestações relevantes da realidade ou uma afirmação qualitativa sobre dado objeto, tendo em vista uma tomada de decisão, a partir de critérios pré-estabelecidos. Esta tomada de

decisão, que está ligada a existência de uma escolha, caracteriza o processo de avaliação da aprendizagem. No campo da matemática, Lopes e Muniz (2010) destacam que ela deve ser: (1) transparente, ficando claro para que o aluno compreenda o seu desempenho; (2) formativa, gerando conscientização, reflexão, aumento das responsabilidades levando o aluno a desenvolver o máximo de suas capacidades; (3) integral, possibilitando, além do conteúdo cognitivo, desenvolver capacidades motoras, de equilíbrio, de autonomia pessoal, de relação interpessoal e de inserção social e (4) democrática, tendo como característica, um compromisso com a democratização do trabalho pedagógico, a partir de discussões contínuas desse processo. Práticas avaliativas que não consideram essas características contribuem negativamente na percepção dos estudantes acerca do trabalho pedagógico desenvolvido em matemática.

Balka (1974) estabeleceu alguns critérios para mensurar criatividade em matemática, indicando habilidades que podem subsidiar a tomada de decisão do professor no processo de avaliação escolar. A avaliação, para o autor, deve contemplar estratégias que possibilitem verificar: (1) habilidade para formular hipóteses matemáticas avaliando relações de causa e efeito em situações matemáticas; (2) habilidade para considerar e avaliar ideias matemáticas não usuais, refletindo sobre suas consequências em situações matemáticas; (3) habilidade para perceber problemas a partir de uma situação matemática e formular questões que possam responder a esses problemas; (4) habilidade para elaborar subproblemas específicos a partir de um problema matemático geral; (5) habilidade para buscar soluções para problemas matemáticos, rompendo com um quadro mental-estático e (6) habilidade de elaborar modelos para solucionar situações matemáticas.

A contribuição negativa da metodologia de ensino em relação à criatividade em matemática se justifica, em primeiro lugar, pelo conteúdo dos itens do instrumento de pesquisa. Estes itens enfatizaram características de um ensino tradicional apoiando-se numa concepção transmissiva de ensino como, por exemplo: “preocupa-se apenas com o conteúdo informativo”, “utiliza sempre a mesma metodologia de ensino”, “oferece aos alunos poucas opções de escolha com relação aos trabalhos a serem desenvolvidos”. Nesse sentido, não favorece ao desenvolvimento da criatividade no campo da matemática.

Alencar (2007, p.47) traça um panorama das práticas de ensino utilizadas na escola que tem se caracterizado por um

ensino voltado para o passado, enfatizando-se a reprodução e memorização do conhecimento; uso de exercícios que admitem apenas uma única resposta correta, fortalecendo-se a dicotomia certo-errado e cultivando-se em demasia o medo do erro e do fracasso; estandardização do conteúdo, aliado ao

pressuposto de que todos devem aprender no mesmo ritmo e da mesma forma; não valorização por parte de muitos docente de formas alternativas de resolver problemas; baixas expectativas com relação a capacidade do aluno de produzir ideias inovadoras; além da centralização da instrução no professor.

A construção e a organização do ato de ensinar destacada consistem em uma tomada de decisão ou escolha por parte do professor que, segundo Lima (2009, p. 51), “se apoiam fortemente no seu conhecimento do conteúdo abordado, na sua experiência com a sala de aula e nas suas concepções de ensino e aprendizagem”, ou seja, na sua formação docente. Esta formação, inicial e continuada, exerce grande influência, principalmente, nas metodologias de ensino que o professor utiliza em sala de aula e contribui, em partes, para a explicação desse panorama negativo que as práticas docentes têm exercido no desenvolvimento criativo dos alunos.

No Brasil, por exemplo, os currículos dos cursos de graduação para a formação de licenciados em matemática têm privilegiado disciplinas de formação específica em matemática como: Cálculo Diferencial e Integral, Equações Diferenciais, Álgebra Linear, Fundamentos de Análise, Fundamentos de Álgebra, Fundamentos de Geometria e Geometria Analítica em detrimento às disciplinas pedagógicas, entre elas, a Didática da Matemática e disciplinas do campo da educação matemática (GATTI; NUNES, 2009). Além disso, Varizo (2008) chama a atenção para a desarticulação entre essas disciplinas do campo da educação matemática com as práticas de ensino e os estágios supervisionados.

Portanto, é necessária uma formação docente que favoreça a apropriação de saberes que vão além do domínio do conhecimento específico de matemática para o domínio de ideias e processos pedagógicos para a apropriação e a construção do saber matemático escolar (ALBUQUERQUE; GONTIJO, 2013). Algumas metodologias de ensino provenientes da educação matemática são destacadas por pesquisadores na medida em que favorecem o desenvolvimento da criatividade no campo da matemática. Essas metodologias são: a resolução de problemas (GONTIJO, 2007; DANTE, 1988), a formulação de problemas (ENGLISH, 1997), a redefinição de problemas (HAYLOCK, 1987), a modelagem matemática (PEREIRA, 2008), o uso do lúdico (CHANG, 2013), dentre outras.

Para além da formação inicial destaca-se, conforme Lima (2009), a preocupação com a formação do professor como pesquisador. Isto se fundamenta na intenção de tirar da educação o papel de transmissora de conhecimentos para uma educação que desenvolva o pensamento com bases teóricas sólidas e uma postura reflexiva crítica sobre a prática docente. Nessa perspectiva de diálogo e formação, as transformações da prática passam a ser

consideradas como sínteses de mediações, continuamente renovadas, entre ação e reflexão e requerem o papel ativo do professor construindo, assim, o seu próprio desenvolvimento profissional (LIMA, 2009).

Outra barreira para o desenvolvimento de uma prática docente que contribua de forma efetiva para o desenvolvimento da criatividade em matemática é o currículo da educação básica. Os PCN (BRASIL, 1997, p.10) apontam para um ensino da matemática em que os alunos sejam capazes de “questionar a realidade formulando-se problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação”.

Os PCN trazem, ainda, que os professores devem adotar metodologias de ensino de matemática que priorizem “a criação de estratégias, a comprovação, a justificativa, a argumentação, o espírito crítico e favoreça a criatividade” (BRASIL, 1997, p.26). Além disso, destacam que os professores devem identificar, dentre o vasto campo de conhecimentos matemáticos, aqueles que contribuam para o desenvolvimento da criatividade e afirma que a aplicação dos procedimentos de cálculo favorece este desenvolvimento (BRASIL, 1997; 1998; 1999). Apesar de todos esses destaques do currículo de matemática, observa-se que não são fornecidos elementos que possibilitem uma ação efetiva do professor para estimular e desenvolver a criatividade dos alunos no campo da matemática e, com isso, se configurando em uma barreira para a expressão criativa neste campo.

A prática dos professores de matemática, de um modo geral, sofre uma grande influência desses parâmetros curriculares e das sequências dos livros didáticos desta disciplina. Com relação aos livros didáticos de matemática, Dante (1996, p. 88) enfatiza que o professor, ao fazer uso do livro apenas para o ensino de “regras, procedimentos e algoritmos, ao usá-los unicamente e em sua totalidade, limita a possibilidade de descobertas por parte do aluno e, também, de desenvolvimento de pensamento independente, curiosidade intelectual e criatividade”. Essa forma de usar o livro didático se constitui em outro ponto desfavorável da metodologia de ensino utilizada pelo professor para o desenvolvimento da criatividade no campo da matemática.

Em relação aos aspectos destacados anteriormente, ressalta-se a importância do modelo de criatividade em matemática encontrado. Apesar do grau de explicação e contribuição de cada parâmetro do modelo, ele demonstrou-se altamente significativo e pode ser melhorado e replicado em outros contextos de ensino médio. Para isso, outras variáveis precisam ser consideradas, por exemplo, gênero.

## 6 CONCLUSÕES

Este estudo teve como objetivo apresentar um modelo empírico para prever a criatividade em matemática, explicando a ocorrência desse fenômeno considerando a percepção que estudantes de ensino médio de uma escola pública têm acerca das práticas de seus docentes, de sua motivação e os seus conhecimentos em relação à matemática. A aplicação dos resultados desta investigação para outras populações é limitada, devido a algumas questões inerentes à sua concepção. A amostra foi retirada de uma escola pública de ensino médio do DF. Assim, os resultados do presente estudo são generalizáveis apenas para esta população.

Os instrumentos utilizados neste estudo nos possibilitaram fazer uma fotografia de um momento escolar destes alunos, não representando todas as situações e potencial de investigação deste contexto. Outro fator limitador foi a utilização de uma amostra relativamente grande nos afastando de diálogos com os alunos nos momentos da aplicação dos instrumentos de pesquisa como, por exemplo, discutir suas respostas produzidas e, ainda, possíveis observações da prática do professor e interação com os alunos nos momentos de correção dos instrumentos para entender as suas produções.

Apesar de suas limitações, este estudo presta uma valiosa colaboração para o sistema educacional, em virtude da tentativa, mesmo que de forma embrionária, de buscar explicar a criatividade em matemática no contexto escolar. As principais contribuições que emergiram foram:

- A motivação intrínseca de alunos do ensino médio da escola pública está correlacionada com o rendimento escolar na disciplina de matemática.
- A motivação intrínseca está correlacionada com todos os fatores do inventário de práticas docentes para a criatividade de alunos de escola pública: Incentivo a Ideias Novas, Clima para a Expressão Criativa, Avaliação e Metodologia de Ensino e Interesse pela Aprendizagem dos Alunos.
- Não existe correlação entre os fatores do inventário de práticas docentes para a criatividade de alunos de escola pública: Incentivo a Ideias Novas, Clima para a Expressão Criativa, Avaliação e Metodologia de Ensino e Interesse pela Aprendizagem dos Alunos e o rendimento escolar em matemática. E entre estes fatores e a motivação extrínseca para aprender.
- Não há correlação entre motivação extrínseca para aprender e rendimento escolar em relação à matemática.

- A motivação intrínseca, o rendimento escolar em relação à matemática e a percepção de alunos do ensino médio em relação às práticas de avaliação e suas respectivas metodologias de ensino são preditores significativos da criatividade em matemática.

Este estudo examinou vários fatores do ambiente educacional buscando um meio mais simples para apresentar um modelo de predissesse a criatividade no campo da matemática. Foram identificados preditores estatisticamente significativos e o que nos chama atenção, neste momento, são as práticas docentes, em especial, a avaliação e metodologia de ensino para o desenvolvimento da motivação, da aprendizagem e da criatividade no campo da matemática de alunos do ensino médio e, ainda, na medida da sua correlação com a motivação intrínseca, da sua não correlação com a motivação extrínseca e rendimento escolar em relação à matemática e, também, da sua contribuição negativa para o modelo encontrado.

Essa prática docente apoia, especialmente, na formação inicial e continuada, no currículo de matemática e nas condições de trabalho. Com relação à formação inicial deve-se incluir nos cursos de licenciatura em matemática disciplinas oriunda da educação matemática para que possam fazer uma transição da formação numa concepção tradicional e transmissiva de ensino para uma formação que privilegie uma concepção construtiva. Nesta concepção construtiva o aluno aprende através de sua interação com a situação e a construção do conhecimento é feita pelo aluno. Este aluno exerce as atividades cognitivas como se fosse um matemático, assim toda aprendizagem introduz um desequilíbrio do conhecimento atual fazendo com que o aluno reorganize-se e evolua e o erro, que é comumente considerado um indicador de inadequação de conhecimentos na resolução de um problema, deve ser usado a favor da aprendizagem deste aluno (LIMA, 2009).

A formação continuada deve encaminhar um desenvolvimento profissional para que todo professor de matemática tenha boas práticas no ensino desta disciplina. Estas práticas são: (1) dominar o conteúdo e empregar a linguagem matemática corretamente; (2) estruturar a aula, apresentando os objetivos e retomando os conteúdos ensinados; (3) contextualizar o conteúdo; (4) respeitar o tempo de aprendizagem dos alunos; (5) usar o erro a favor da aprendizagem; (6) promover o uso de estimativas; (7) comunicar o conteúdo com clareza; (8) utilizar bem o quadro e os recursos pedagógicos; (9) promover relações entre os procedimentos matemáticos; (10) interagir com os alunos; (11) promover a interação entre os alunos e (12) propor e corrigir a lição de casa (FUNDAÇÃO CESGRANRIO, 2012).

Em relação ao desenvolvimento da criatividade, essa formação inicial e continuada deve levar o professor a utilizar as seguintes estratégias de ensino: (1) dar ao aluno *feedback*

informativo; (2) relacionar os objetivos do conteúdo às experiências dos alunos; (3) variar as tarefas propostas aos alunos, as técnicas instrucionais e as formas de avaliação; (4) criar um espaço para a divulgação dos trabalhos dos alunos; (5) oferecer aos alunos informações que sejam importantes, interessantes, significativas e conectadas entre si; (6) compartilhar experiências pessoais relacionadas ao tópico estudado; (7) orientar o aluno a buscar informações adicionais sobre tópicos do seu interesse (ALENCAR; FLEITH, 2003a, p. 142).

Para que essas estratégias se efetivem na formação de um docente comprometido com o desenvolvimento da criatividade no campo da matemática deve ter um referencial teórico consistente para a compreensão de seus fundamentos, para a análise do processo criativo e resultados obtidos pelos alunos (GONTIJO, 2007). Neste sentido a Teoria das Situações Didáticas de Guy Brousseau oferece uma importante contribuição para a compreensão de como acontece o processo criativo em matemática (GONTIJO; SILVA; CARVALHO, 2012).

Outro ponto determinante para uma prática docente que motive os alunos e desenvolva aprendizagens favorecendo a criatividade em matemática é o currículo. Este currículo deve privilegiar a todos os jovens uma formação integral fazendo que cada aluno seja aprendizes exitosos, indivíduos confiantes e criativos, cidadãos ativos e informados e, ainda, enfatiza o desenvolvimento da criatividade e formação do caráter, conforme destacado no currículo da Austrália e Coréia do Sul, por exemplo, (MODER, 2013) e, que poderiam inspirar o currículo brasileiro. Além da ênfase à criatividade, destaca-se nestes currículos, o papel da fluência, que é um componente importante da criatividade em matemática. Nas orientações do currículo australiano de matemática, consideram que os estudantes são fluentes quando “reconhecem maneiras sólidas de responder a questões, quando escolhem métodos e aproximações apropriadas, quando relembram definições e usam fatos regularmente, e quando manipulam expressões e equações para encontrar soluções” (ACARA, 2013, p. 8).

Enfim, uma prática docente que favorece a criatividade em matemática é uma fonte rica de motivação para os alunos e um ambiente promissor para o desenvolvimento de habilidades neste campo. Por isso, é necessário um repensar o ensino da matemática neste país, melhorando, não só os salários dos professores, mais oferecendo programas para o desenvolvimento profissional, diminuindo a burocracia nas escolas, aumentando o tempo para a coordenação pedagógica e para a pesquisa, oferecendo políticas de valorização do *status* docente, diminuindo a jornada de trabalho, evitando interferências externas à escola e proporcionando autonomia pedagógica, financeira e administrativa das instituições de ensino (GATTI, 2009). E ainda, proporcionando salas ambientes e laboratórios para o ensino da



matemática que tenha materiais didáticos, jogos, problemas curiosos, desafios, material de leitura, quebra-cabeças, criptogramas, ou seja, um ambiente propício para as redescobertas dos alunos e favorecendo para o seu pleno desenvolvimento (DANTE, 1988).

Neste ambiente favorável à expressão criativa no campo da matemática sugerimos o uso de estratégias como: encorajar os alunos a buscarem explicações por que o sistema de numeração no Brasil é de base 10; criação de novos algoritmos explicando seu funcionamento; atividades envolvendo padrões numéricos e suas representações; explorar o senso de proporção e simetria; visão espacial, dentre outras (GONTIJO, 2007). Vale ressaltar, ainda, a importância de incentivar a criatividade em matemática nas crianças construindo um clima positivo de sala de aula para a criatividade para que tenham uma vida produtiva e uma viagem agradável no entendimento conceitual da matemática.

Considerando as limitações deste estudo e ao mesmo tempo as potencialidades dos instrumentos utilizados, finalizamos este trabalho sugerindo as seguintes perspectivas para pesquisas futuras:

- Realizar estudos qualitativos como observação em sala de aula e entrevistas com alunos e professores para investigar elementos do ambiente escolar que favorece o desenvolvimento da criatividade em matemática.
- Investigar a concepção de professores em relação à criatividade em matemática.
- Ampliar a compreensão do fenômeno da criatividade em matemática inserindo no modelo deste estudo outras variáveis, por exemplo, gênero, estilo de pensar e criar.
- Examinar nos livros didáticos e demais materiais de apoio ao trabalho com a matemática, a linguagem utilizada, os tipos de situações e a natureza das atividades que podem favorecer o desenvolvimento da criatividade neste campo.
- Investigar em que medida os currículos de matemática de alguns países abordam a temática da criatividade e as possíveis contribuições para o currículo brasileiro.
- Investigar a relação do estado de *flow* e a criatividade em matemática.
- Formular atividades relacionadas com as tendências da educação matemática como modelagem matemática, utilização do lúdico, histórias da matemática, uso de computadores e investigar a produção criativa dos alunos.
- Propor um programa de formação docente para a criatividade em matemática e investigar o seu efeito no desenvolvimento da criatividade dos alunos.

## REFERÊNCIAS

- ACARA. *Currículo Australiano de Matemática*, 2013. Disponível em [http://porvir.org/wp-content/uploads/2014/09/CurriculoAustraliano\\_Matematica.pdf](http://porvir.org/wp-content/uploads/2014/09/CurriculoAustraliano_Matematica.pdf). Acesso em 09 de fev. 2015.
- ALBUQUERQUE, L. C.; GONTIJO, C. H. A complexidade da formação do professor de matemática e suas implicações para a prática docente. *Espaço Pedagógico*, Passo Fundo, v. 20, n. 1, p. 76-87, jan./jun. 2013. Disponível em [www.upf.br/seer/index.php/rep](http://www.upf.br/seer/index.php/rep).
- ALENCAR, E. M. L. S. *Criatividade e educação de superdotados*. Petrópolis: Vozes, 2001.
- ALENCAR, E. M. L. S. Criatividade no contexto educacional: três décadas de pesquisa. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*. 2007, vol.23, n.spe, pp. 45-49.
- ALENCAR, E. M. L. S.; FLEITH, D. S. *Criatividade: Múltiplas perspectivas*. Brasília: EdUnB, 2003a.
- ALENCAR, E. M. L. S.; FLEITH, D. S. Contribuições Teóricas Recentes ao Estudo da Criatividade. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, Brasília, v. 19, n.1, p. 1-8, jan/abr, 2003b.
- ALENCAR, E. M. L. S.; FLEITH, D. S. Inventário de práticas docentes que favorecem a criatividade no ensino superior. *Psicologia: Reflexão e Crítica*. 2004, vol.17, n.1, pp.105-110.
- ALENCAR, E. M. L. S.; GALVÃO, A. Condições favoráveis à criação nas ciências e nas artes. Em VIRGOLIM, A. M. R. (Org.). *Talento criativo: Expressão em múltiplos contextos*. Brasília: EdUnB, 2007. p. 29-52.
- ALMEIDA, L. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. *Modelagem Matemática na Educação Básica*. São Paulo: Contexto, 2012.
- ALMOULOU, S. A. *Fundamentos da didática da matemática*. Curitiba: EdUFPR, 2007.
- AMABILE, T. M. *Creativity in context: Update to the social psychology of creativity*. Boulder, Colo: Westview Press, 1996.
- ARAÚJO, I. R. O. *A utilização do lúdico para auxiliar a aprendizagem e desmistificar o ensino da matemática*. 2000. (Dissertação de mestrado não publicada). Universidade Federal da Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- BAHAR, A. K.; MARKER, C. J. Exploring the Relationship between Mathematical Creativity and Mathematical Achievement. *Asia-Pacific Journal of Gifted and Talented Education*, v. 3, n. 1, 2011.
- BALKA, D. S. Creative ability in mathematics. *Arithmetic Teacher*, v. 21, p. 633-636, 1974.
- BOLDEN, D. S.; HARRIES, T. V.; NEWTON, D. P. Pre-service primary teachers' conceptions of creativity in mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, v. 73, n. 2, p. 143-157, 2010.
- BORUCHOVICH, E. Escala de Motivação para Aprender de Universitários (EMA-U): Propriedades Psicométricas. *Avaliação Psicológica*, v. 7, n. 2, p. 127-134, 2008.
- BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. E. R. *Motivação para aprender: aplicações no contexto educativo*. Petrópolis: Vozes, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Programa Gestão da Aprendizagem Escolar – GESTAR II. *Matemática: Caderno de Teoria e Prática 3 – TP3: matemática nas formas geométricas e na ecologia*. Brasília: MEC/SEF, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática (1ª a 4ª séries)*. Brasília: MEC/SEF, 1997. Disponível em: <http://www.mec.gov.br>. Acesso em 12 de setembro de 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática (5ª a 8ª séries)*. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <http://www.mec.gov.br>. Acesso em 12 de setembro de 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino médio – ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC/SEMT, 1999. Disponível em: <http://www.mec.gov.br>. Acesso em 12 de setembro de 2013.

BRASIL. Senado Federal. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: nº 9394/96. Brasília: 1996.

BRASÍLIA. Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. *Projeto Pedagógico do Centro de Ensino Médio Integrado à Educação Profissional – Cemi*. Gama: SEDF, 2014.

BROUGÈRE, G. Lúdico e Educação: novas perspectivas. *Linhas Críticas*, Brasília, v. 8, n. 14, p. 5-20, 2002.

BROUSSEAU, G. Introdução ao estudo das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino. São Paulo: Ática, 2008.

CASTANHO, M. E. L. M. A criatividade na sala de aula universitária. Em VEIGA, I. P.; CASTANHO, M. E. L. M. (Orgs.). *Pedagogia universitária. A aula em foco*. São Paulo: Papirus, 2000. p. 75-89.

CAVALCANTI, M. M. P. *A relação entre motivação para aprender, percepção do clima de sala de aula para a criatividade e desempenho escolar de alunos do 5º ano do ensino fundamental*. 2009. 192 f. Dissertação (Mestrado em psicologia) – Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

CHANG, C. P. Relationships between Playfulness and Creativity among Students Gifted in Mathematics and Science. *Creative Education*, v. 4, n. 2, p. 101-109, 2013.

CODDO, W. (Coord.). Burnout: “síndrome da desistência”. Em: *Educação: carinho e trabalho*. 4 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006. p. 237-254.

CSIKSZENTMIHALYI, M. *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention*. New York: HarperCollins, 1996.

CSIKSZENTMIHALYI, M. *Fluir – A psicologia da experiência ótima. Medidas para melhorar a qualidade de vida*. Lisboa: Relógio D’Água, 2002.

D’AMBRÓSIO, U. *Da realidade à ação: Reflexões sobre Educação e Matemática*. São Paulo: EdUnicamp, 1986.

D’AMBRÓSIO, U. Filosofia, matemática e a formação de professores. Em FÁVERO, M. H.; CUNHA, C. (Orgs.). *Psicologia do conhecimento: O diálogo entre as ciências e a*

*cidadania*. Brasília: Unesco, Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília, Liber Livro Editora, 2009. p. 85-100.

D'AMORE, B. Epistemologia, Didática da Matemática e Práticas de Ensino. *Bolema. Boletim de Educação Matemática*, v. 20, n. 28, 2007.

DANTE, L. R. *Criatividade e resolução de problemas na prática educativa de matemática*. 1988. 192 f. Tese (Doutorado de livre docência). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1988.

DANTE, L. R. *Livro Didático de Matemática: uso ou abuso?* Aberto, Brasília, n.69, p. 82-97, jan/mar, 1996. Disponível em <http://www.rbep.inep.gov.br/index.php/emabertoarticleview1033935>. Acesso em: fev/2015.

DUNN, J. A. Tests of creativity in mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, v. 6, p. 327-332, 1975.

ENGLISH, L. D. The development of fifth-grade children's problem-posing abilities. *Educational Studies in Mathematics*, v. 34, p. 183-217, 1997.

ERVYNCK, G. (1991). Mathematical creativity. Em D. Tall (Org.), *Advanced mathematical thinking*. Boston: Kluwer Academic, 1991. p. 42-53.

FETTERLY, J. M. *An exploratory study of the use of a problem-posing approach on pre-service elementary education teachers' mathematical creativity, beliefs and anxiety*. 2010. 99 f. Dissertation, Florida State University, School of Teacher Education, 2010.

FIORENTINI, D. Alguns Modos de Ver e Conceber o Ensino de Matemática no Brasil. *ZETETIKÉ*. Campinas: UNICAMP, ano 3, n. 4, p. 1-36, 1995

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. *Investigação em educação matemática: Percursos teóricos e metodológicos*. São Paulo: Autores Associados, 2007.

FLEITH, D. S. Ambientes educacionais que promovem a criatividade e a excelência. *Sobredotação*, Braga. Portugal, v. 3, n. 1, p. 27-37, 2002.

FLEITH, D. S. A promoção da criatividade no contexto escolar. Em VIRGOLIM, A. M. R. (Org.). *Talento criativo: Expressão em múltiplos contextos*. Brasília: EdUnB, 2007. p. 143-157.

FLEITH, D. S.; ALENCAR, E. M. L. S. Percepção de alunos do ensino fundamental quanto ao clima de sala de aula para criatividade. *Psicologia em Estudo*, Maringá, v. 11, n. 3, p. 513-521, set./dez. 2006.

FLEITH, D. S.; ALENCAR, E. M. L. S. A inter-relação entre criatividade e motivação. Em BORUCHOVICH, E.; BZUNEECK, J. A.; GUIMARÃES, S. E. R. (Orgs.). *Motivação para aprender: Implicações no contexto educativo*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010. p. 209-230.

FLEMMING, D. M. *Tendências em educação matemática*. 2. ed. Palhoça: Unisul, v. 2, 2005.

FREITAS, J. L. M. Situações Didáticas. Em MACHADO, S. D. A. (Org.). *Educação Matemática: uma introdução*. 2. ed. São Paulo: EDUC, 2002. p. 65-87.

FUNDAÇÃO CESGRANRIO. *Boas Práticas Docentes no Ensino da Matemática*. Rio de Janeiro, 2012.

GATTI, B. A.; BARRETO, E. S. S. *Professores do Brasil: Impasses e desafios*. Brasília: Unesco, 2009.

GATTI, B. A.; NUNES, M. M. R. (Org.). *Formação de professores para o ensino fundamental: estudo de currículos das licenciaturas em pedagogia, língua portuguesa, matemática e ciências biológicas*. São Paulo: FCC/DPE, 2009.

GITHUA, B. N. Effects of practicing mathematical creativity enhancing learning/teaching strategy during instruction on secondary school students' mathematics achievement by gender in kenya's nakuru municipality. *Asian Journal of Management Sciences and Education*, v. 2, n. 2, p. 113-124, 2013.

GLEITAMAN, H. *Psicologia*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, Portugal, 1986.

GONTIJO, C. H. *Relações entre criatividade, criatividade em matemática e motivação em matemática de alunos do ensino médio*. 2007. 206 f. Tese (Doutorado em psicologia) – Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

GONTIJO, C. H.; SILVA, E. B.; CARVALHO, R. P. F. A criatividade e as situações didáticas no ensino e aprendizagem da matemática. *Linhas Críticas*, Brasília, DF, v. 18, n. 35, p. 29-46, jan/abr, 2012.

GROENWALD, C. L. O.; SILVA, C. K.; MORA, C. D. Perspectivas em Educação Matemática. *ACTA SCIENTIAE*, v. 6, n. 1, jan/jun, 2004.

GUIMARÃES, S. E. R. Motivação intrínseca, extrínseca e o uso de recompensas em sala de aula. Em: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (Org.). *A motivação do aluno: contribuições da Psicologia contemporânea*. Petrópolis: Vozes, 2004, p. 177-199.

HADAMARD, J. *Psicologia da invenção na matemática*. Tradução: Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1963/2009.

HAIR, J. F. *Análise multivariada de dados*. 6. ed. Porto Alegre, 2009.

HAYLOCK, D. W. Conflicts in the assessment and encouragement of mathematical creativity in schoolchildren. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, Leicestershire, v. 16, p. 547-553, 1985.

HAYLOCK, D. W. Mathematical creativity in school children. *The Journal of Creative Behavior*, Hadley-MA, v. 21, p. 48-59, 1986.

HAYLOCK, D. W. A framework for assessing mathematical creativity in school children. *Educational Studies in Mathematics*, Netherlands, v. 18, p. 59-74, 1987.

HAYLOCK, D. W. Recognizing mathematical creativity in school children. *International Reviewson Mathematical Education*, Karlsruhe, v. 29, n. 3, p. 68-74, 1997.

HYPOLITO, A. L. M. *Trabalho docente, classe social e relações de gênero*. Campinas: Papirus, 1997.

INEP. *Resultados nacionais – Saeb 2009: Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb)*. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2011. Disponível em: <http://www.inep.gov.br>. Acesso em 12 de setembro de 2013.

INEP. *Resultados nacionais – Pisa 2012: Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa)*. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2013. Disponível em: <http://www.inep.gov.br>. Acesso em 12 de setembro de 2013.

KATTOU, M.; KONTOYIANNI, K.; PITTA-PANTAZI, D.; CHRISTOU, C.; CLEANTHOUS, E. Connecting mathematical creativity to mathematical ability. *ZDM Mathematics Education*, v. 45, p. 167–181, 2013.

KRAWCZYK, N. Reflexão sobre alguns desafios do ensino médio no Brasil hoje. *Cadernos de Pesquisa*. v.41, n.144, p. 752-769, 2011.

KRUTETSKII, V. A. *The psychology of mathematical abilities in schoolchildren*. Chicago: The University of Chicago Press, 1976.

KUENZER, A. Z.; CALDAS, A. Trabalho docente: comprometimento e resistência. Em : OLIVEIRA, M. A. M.; FIDALGO, N. L. R. (Orgs.). *A intensificação do trabalho docente: tecnologias e produtividade*. Campinas, SP: Papirus, 2009. p. 19-48.

KWON, O. N.; PARK, J. S.; PARK, J. H. Cultivating Divergent Thinking in Mathematics through an Open-Ended Approach. *Asia Pacific Education Review*, v. 7, n. 1, p. 51-61, 2006.

LEE, K. S.; HWANG, D.; SEO, J. J. A development of the test for mathematical creative problem solving ability. *Journal of The Korea Society of Mathematical Education*, v. 7, p. 163-189, 2003.

LEIKIN, R. Habits of mind associated with advanced mathematical thinking and solution spaces of mathematical tasks. *The Fifth Conference of the European Society for Research in Mathematics Education - CERME-5*, 2007.

LEIKIN, R. Exploring mathematical creativity using multiple solution tasks. *Creativity in mathematics and the education of gifted students*, p. 129-145, 2009.

LEIKIN, R. The education of mathematically gifted students: some complexities and questions. *The Montana Mathematics Enthusiast*, v.8, n. 2, p. 167-188, 2011.

LEIKIN, R.; SUBOTNIK, R.; PITTA-PANTAZI, D.; SINGER, F. M.; PELCZER, I. Teachers' views on creativity in mathematics education: an international survey. *ZDM Mathematics Education*, v. 45, p. 309–324, 2013.

LESTER, F. K. Thoughts About Research On Mathematical Problem–Solving Instruction. *The Mathematics Enthusiast*, v. 10, n. 1&2, p. 245-278, 2013.

LEV-ZAMIR, H.; LEIKIN, R. Saying versus doing: teachers' conceptions of creativity in elementary mathematics teaching. *ZDM*, v. 45, n. 2, p. 295-308, 2013.

LEVAV-WAYNBERG, A.; LEIKIN, R. Employing multiple solution tasks for the development of mathematical creativity: two comparative studies, *Proceedings of CERME 6*, jan/feb, 2009.

LILJEDAHN, P. Mathematical creativity: in the words of the creators. *The 5<sup>th</sup> International Conference on Creativity in Mathematics and the Education of Gifted Students*. Haifa, Israel, February, p. 24-28, 2008.

LIMA, I. Prática Docente: conhecimentos que influenciam as decisões didáticas tomadas por

professores. Em: DIAS, A. A; MACHADO, C. J. S.; NUNES, M. L. S. (Orgs.). *Educação, Direitos Humanos e Inclusão Social: currículo, formação docente e diversidades socioculturais*. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2009. v. 1, p. 51-67.

LIVNE, N. L.; LIVNE, O. L.; MILGRAN, R. M. Assessing academic and creative abilities in mathematics at four levels of understanding. *International Journal of Mathematical Education in Science & Tecnology*, v. 30, p. 227-243, 1999.

LIVNE, N. L.; MILGRAN, R. M. Academic Versus Creative Abilities in Mathematics: Two Components of the Same Construct?. *Creativity Research Journal*, v. 18, n. 2, p. 199-212, 2006.

LOPES, C. E.; MUNIZ, M. I. S. *O Processo de Avaliação nas aulas de Matemática*. Campinas, São Paulo: Mercado de Letras, 2010.

LUBART, T. *Psicologia da criatividade*. Porto Alegre: Artmed, 2007.

LUCKESI, C. C. *Avaliação da aprendizagem na escola: reelaborando conceitos e recriando a prática*. Salvador: Malabares Comunicação e Eventos, 2003.

MAGINA, S. A pesquisa na sala de aula de matemática das séries iniciais do ensino fundamental. *Educar em Revista*, Curitiba, Brasil, n. Especial, p. 63-75, 2011.

TAHAN, M. *O homem que calculava*. Rio de Janeiro: Record, 2010.

MANN, E. L. *Mathematical Creativity and School Mathematics: Indicators of Mathematical Creativity in Middle School Students*. 2005. 130 f. Tese (Doutorado em filosofia), Universidade de Connecticut, Estados Unidos, 2005.

MANN, E. L. Creativity: The Essence of Mathematics. *Journal for the Education of the Gifted*, v. 30, n. 2, p. 236-260, 2006.

MANN, E. L. The Search for Mathematical Creativity: Identifying Creative Potential in Middle School Students. *Creativity Research Journal*, v. 21, n. 4, p. 338-348, 2009.

MAROCO, J. *Análise Estatística: Com o SPSS Statistics*. 5. ed. Lisboa: ReportNumber, 2011.

MARTÍNES, A. M. A criatividade na escola: Três direções do trabalho. *Linhas Críticas*, Brasília, v. 8, n. 15, p. 189-205, 2002.

MARTÍNES, A. M. *Criatividade, personalidade e educação*. São Paulo. Papirus, 2003.

MEDEIROS, C. F. Por uma educação matemática como intersubjetividade. Em BICUDO, M. A. V. (Org.). *Educação matemática*. 2. ed. São Paulo: Centauro. 2005. p. 13-44.

MEDINA, A. B. M.; CUADRA, F. G.; CARRETERO, M. F. M. Experiencias de Flujo en el Aprendizaje de las Matemáticas. *European Scientific Journal*, v. 9, n. 20, 2013.

MESSIAS, D; MONTEIRO, V. Motivação para a Matemática e o Clima de sala de aula de Matemática. Actas do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia. Braga: Universidade do Minho, p. 4030-4045, 2009. ISBN- 978-972-8746-71-1.

MODER, M. *Desenhos curriculares internacionais: cinco experiências para reflexões sobre o sistema educacional brasileiro*. Estudos e Pesquisas, 2013.

- MORGADO, J. *Qualidade na educação*. Lisboa: Editorial presença, 2004.
- MIRANDA, S. No fascínio do jogo, a alegria de viver. *Linhas Críticas*. Brasília, v.8, n. 14, p. 21-34, jan/jun, 2002.
- MORAIS, R. Entre a jaula de aula e o picadeiro de aula. Em MORAIS, R. (Org.). *Sala de aula: Que espaço é esse?*. 3. ed. Campinas: Papirus, 1988. p. 15-26.
- MOREIRA, A. F. *Ambientes de Aprendizagem no Ensino de Ciência e Tecnologia*. Belo Horizonte: CEFET-MG, 2007.
- MUNIZ, C. A. *O professor como construtor do conhecimento*. Brasília: GEPEM – UnB, 2001.
- NASSER, L. Resolução de Problemas – Uma Análise dos Fatores Envolvidos. *Boletim GEPEM – Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática*, Rio de Janeiro, nº 22, 1988.
- NEVES, E. R.; BORUCHOVITCH, E. Escala de avaliação da motivação para aprender de alunos do ensino fundamental (EMA). *Revista Psicologia Reflexão e Crítica*, UFRGS, v. 20, p. 406-413, 2007.
- OTAVIANO, A. B. N. *Percepção de alunos de ensino médio quanto ao estímulo à criatividade por seus professores e motivação em matemática*. 2009. 72 f. Dissertação (Mestrado em educação) – Faculdade de Educação, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2009.
- ORRÚ, E. S. O compromisso institucional da Universidade com a formação de professores. *Revista Iberoamericana de Educación*, 2007.
- PAIS, L. C. *Didática da Matemática: Uma análise da influência francesa*. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.
- PAIVA, M. *Matemática Paiva*. v. 1. São Paulo: Moderna, 2009.
- PARNES, S. J. Education and Creativity. *Teachers College Record*, v. 64, p. 331-339, 1963.
- PEREIRA, E. *A modelagem matemática e suas implicações para o desenvolvimento da criatividade*. 2008. 105 f. Dissertação (Mestrado em educação) – Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná, 2008.
- PINHEIRO, S.; VALE, I. Formulação de problemas e criatividade na aula de matemática. *Atas do XXIV Seminário de Investigação em Educação Matemática* (pp. 481-494). Lisboa: APM, 2013.
- POINCARÉ, H. *O valor da ciência*. Rio de Janeiro: Contraponto, p. 1-25, 1911/1995.
- RENZULLI, J. S. A general theory for the development of creative productivity through the pursuit of ideal acts of learning. *Gifted Child Quarterly*, v. 36, p. 170-182, 1992.
- RENZULLI, J. S. O que é esta coisa chamada superdotação e como a desenvolvemos? Retrospectiva de vinte e cinco anos. *Revista Educação*. Porto Alegre, ano 27, n. 1, jan./abr. 2004. p. 75-134.



RENZULLI, J. S. Applying Gifted Education Pedagogy to Total Talent Development for All Students. *Theory into Practice*, v. 44, n. 2, p. 80-89, 2005.

RUNCO, M. A.; CHAND, I. Cognition and creativity. *Educational psychology review*, v. 7, n. 3, p. 243-267, 1995.

SANFELICE, J. L. Sala de aula: Intervenção no real. Em MORAIS, R. (Org.). *Sala de aula: Que espaço é esse?*. 3. ed. Campinas: Papirus, 1988. p. 71-80.

SARRAZY, B.; NOVATNÁ, J. Didactical contract and responsiveness to didactical contract: a theoretical framework for enquiry into students' creativity in mathematics. *ZDM Mathematics Education*, v. 45, p. 281-293, 2013.

SCHOENFELD, A. H. Reflections on problem solving theory and practice. *The Mathematics Enthusiast*, v. 10, n. 1-2, p. 9-34, 2013.

SHEFFIELD, L. J. Creativity and school mathematics: some modest observations. *ZDM Mathematics Education*, v. 45, p. 325-332, 2013.

SHERNOFF, D. J.; CSIKSZENTMIHALYI, M.; SCHNEIDER, B.; SHERNOFF, E. S. Student Engagement in High School Classrooms from the Perspective of Flow Theory. *School Psychology Quarterly*, v. 18, n. 2, p. 158-176, 2003.

SILVA, G. O. L.; FADEL, S. J.; WESCHELER, S. M. Criatividade e educação: análise da produção científica brasileira. *Eccos Revista Científica*, n. 30, jan/abr, p. 165-181, 2013.

SILVER, E. A.; CAI, J. An analysis of arithmetic problem posing by middle school students. *Journal for Research in Mathematics Education*, v. 27, p. 521-539, 1996.

SINGH, B. The development of test to measure mathematical creativity. *International Journal of Mathematical Education. Science and Technology*, v. 18, n. 2, 1987.

SKOVSMOSE, O. Preocupações de uma educação matemática crítica. Em FÁVERO, M. H.; CUNHA, C. (Orgs). *Psicologia do conhecimento: O diálogo entre as ciências e a cidadania*. Brasília: Unesco, Instituto de Psicologia da Universidade de Brasília, Liber Livro Editora, 2009. p. 101-114.

SRIRAMAN, B. The Characteristics of Mathematical Creativity. *The Mathematics Educator*, v. 14, n. 1, p. 19-34, 2004.

SRIRAMAN, B. Are Giftedness and Creativity Synonyms in Mathematics?. *The Journal of Secondary Gifted Education*, v. 17, n. 1, p. 20-36, 2005.

SRIRAMAN, B. The characteristics of mathematical creativity. *ZDM Mathematics Education*, v. 41, p.13-27, 2009.

TABACHNICK, B. G.; FIDELL, L. S. *Using Multivariate Statistics*. Boston: Pearson Education, 2007.

UANO, L. M. La creatividad? Un talento exclusivo de los artistas o una capacidad de todo ser humano? *Linhas Críticas*. Brasília, v. 8, n.15, p. 265-287, 2002.

VARIZO, Z. C. M. Os caminhos da didática e sua relação com a formação de professores de matemática. Em: NACARATO, A. M.; PAIVA, M. A. V. (Org.). *A formação do professor que ensina matemática: perspectivas e pesquisas*. Belo Horizonte: Autêntica, 2008. p. 43-59.

VASCONCELOS, M. C. *Um estudo sobre o incentivo e o desenvolvimento do raciocínio lógico dos alunos através de uma estratégia de resolução de problemas*. 2002. 91 f. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

VIRGOLIM, A. M. R. Criatividade e saúde mental: Desafio à família e à escola. Em VIRGOLIM, A. M. R. (Org.). *Talento criativo: Expressão em múltiplos contextos*. Brasília: EdUnB, 2007. p. 29-52.

ZORZAN, A. S. L. Ensino-Aprendizagem: Algumas tendências na educação matemática. *Revista Ciências Humanas Frederico Westphalen*, v. 8, n. 10, p. 77- 93, jun, 2007.

## Apêndice A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



**Universidade de Brasília – UnB**  
**Faculdade de Educação – FE**  
**Programa de Pós-Graduação em Educação – PPGE**

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezados Alunos,

Sou aluno de Mestrado do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação da Universidade de Brasília – UnB e estou realizando um estudo denominado **“Criatividade em Matemática: Um modelo preditivo a partir das percepções de alunos do ensino médio acerca das práticas docentes, de suas motivações e conhecimentos matemáticos”**. Para tanto, deverá ser aplicado duas escalas e um teste de criatividade em matemática, em dias e horários agendados pela direção da escola.

Com o intuito de modelar o fenômeno da criatividade em matemática no contexto escolar, peço também, a autorização para ter acesso às suas notas de Matemática do 1º e 2º bimestre de 2014. Espera-se por meio deste estudo contribuir para entender este constructo e auxiliar os professores com novas estratégias de ensino para o desenvolvimento do seu potencial criativo no campo da matemática.

Com muita honra, te convido a participar deste estudo. Esclareço que a sua participação é voluntária. Além disso, poderá deixar a pesquisa no momento que desejar, assim como terá total liberdade de não responder ao teste e escalas da pesquisa. Asseguro-lhe que a pesquisa não lhe trará qualquer prejuízo. Sua identificação e os dados obtidos serão mantidos em total sigilo, sendo analisados coletivamente.

Gostaria de ressaltar que assumo a responsabilidade pela realização do estudo segundo as normas éticas estabelecidas pela Faculdade de Educação da UnB. Coloco-me a disposição para quaisquer esclarecimentos no telefone 61-85920207 ou no endereço eletrônico [prof.mateusfarias@uol.com.br](mailto:prof.mateusfarias@uol.com.br). Se tiver interesse em conhecer os resultados desta pesquisa, por favor, indique um e-mail de contato.

Desde já, agradeço sua atenção e colaboração.  
 Cordialmente,

---

Mestrando: Mateus Pinheiro de Farias  
 Universidade de Brasília – Faculdade de Educação  
 Programa de Pós-Graduação em Educação

Data:     /     /

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_